

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA VÝTVARNÝCH UMĚNÍ

FACULTY OF FINE ART



ATELIÉR SOCHA 1

STUDIO OF SCULPTURE 1

VYUŽITÍ 3D TECHNOLOGIÍ VE VEŘEJNÉM PROSTORU

THE USE OF 3D TECHNOLOGY IN THE PUBLIC SPACE

DIZERTAČNÍ PRÁCE
DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MgA. JAN ŠEBÁNEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. akad. soch. MICHAL GABRIEL

BRNO 2016

ŠEBÁNEK, Jan. *Využití 3D technologií ve veřejném prostoru*. Brno, 2016. 119s.
Dizertační práce. FaVU, VUT. Vedoucí práce Prof. akad. soch. Michal Gabriel.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem dizertační práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Dizertační práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty výtvarných umění VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího dizertační práce a děkana FaVU VUT.

.....

podpis doktoranda

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat Prof. akad. soch. Michalovi Gabrielovi za seznámení a uvedení do problematiky digitálních technologií v sochařství a odborné vedení této dizertační práce. Rád bych také poděkoval svojí rodině za podporu při psaní této práce.

ABSTRAKT

Cílem této disertační práce je definovat dopad technologie Rapid Prototyping z hlediska tvůrčího potenciálu, které používání této technologie představuje zejména pro sochařství a architekturu. Rapid Prototyping je nadřazeným pojem zahrnující celou řadu technologií - 3D scan, převádějící již reálné prostorové objekty do paměti počítače, parametrické modelování, které vytváří prostorové objekty na základě formotvorných algoritmů, fotogrammetrie metoda sestavující trojrozměrný objekt z fotografií, technologie 3D tisku zhmotňující po jednotlivých vrstvách objekty převedené z paměti počítače.

Při zpracování teoretické práce budou prozkoumány a popsány základní možnosti realizování trojrozměrných objektů pomocí 3D technologií. V druhém kroku dojde ke zmapování různých metod přístupu umělců pracujících s 3D technologiemi. V závěru jsem se pokusil o zhodnocení přínosu těchto technologií do oblasti sochařství a architektury z hlediska tradičních přístupů.

Tato práce se snaží popsat možné důsledky a potenciál tohoto progresivního oboru na tak klasické umělecké disciplíny jako je sochařství a architektura, jak z hlediska přínosu, tak i z hlediska eventuálního negativního dopadu s ohledem na stále větší dostupnost této technologie.

Klíčová slova

Rapid Prototyping, 3D tisk, 3D modelování, 3D software, fotogrammetrie, 3D scan, Parametrie, CNC obrábění, Additive Manufacturing

ABSTRACT

The aim of this thesis is to define the impact of rapid prototyping technology in terms of creative potential to use this technology represents a particularly sculpture and architecture. Rapid Prototyping is a generic term covering a range of technologies: 3D scan converting the already realistic three-dimensional objects in computer memory, parametric modeling, which creates three-dimensional objects based on the formative algorithms, photogrammetry method of compiling three-dimensional object from a photo, technology, 3D printing materializing after each layer objects transferred from the computer's memory.

When processing the theoretical work will be explored and discussed possibilities for realization of basic three-dimensional objects using 3D technology. The second step will be to map the different methods of access to artists working with 3D technology. In the end it tried to evaluate the benefits of these technologies in the field of sculpture and architecture in terms of traditional approaches.

This paper attempts to describe the possible implications and potential of this progressive field in the classical artistic disciplines such as sculpture and architecture, both in terms of benefits and in terms of the eventual negative impact with respect to increasing the availability of this technology.

Key words

Rapid Prototyping, 3D printing, 3D modeling, 3D software, photogrammetry, 3D scan, parametria, CNC machining, Additive Manufacturing

PŘEDMLUVA

Užití 3D technologií v tvůrčím procesu otevírá zcela nové možnosti díky součinnosti počítačových programů umožňujících práci ve virtuálním prostoru s technologií Rapid Prototyping. S naprostou přesností tak lze realizovat i záměry, které nebylo dříve možné vytvořit díky nárokům na preciznost a přesnost při realizaci díla a to v podstatně kratším čase než při použití klasických postupů. Autor je tak osvobozen od značné části technických a časových limitů spojených s realizací díla.

Tyto technologie ale s sebou přináší kromě nesporných výhod i změny v samotném tvůrčím procesu. Změna zasahuje do samotné úvahy o díle, i do přístupu k výtvarnému umění jako takovému. Je pravda, že první díla využívající počítačů vznikala už ve druhé polovině 60. let, ale sochařství mohlo do světa digitálních technologií vstoupit až koncem 90. let díky technologii 3D tisku a CNC frézování. Za rok zrození 3D tisku lze považovat rok 1983, kdy Charles Whool vynalezl stereolitografii.

Přínos 3D technologií pro výtvarné umění má tak i svá úskalí a to zejména z hlediska zjednodušení tvůrčího postupu a odosobnění výtvarných děl. Tato technologie v mnohých případech nahrává autorům, kteří „pouze“ ovládají tento nástroj, avšak bez jakéhokoli hlubšího výtvarného směřování. Cílem mojí práce je představit co možná nejširší spektrum autorů pracujících s 3D technologiemi a představit jejich práce s určitým kritickým pohledem z hlediska tvůrčího přístupu.

Otázka přístupu v prostorové tvorbě je v této práci zásadním tématem a dokládání konkrétních příkladů realizovaných děl jasně definuje hlavní přínos a omezení vyplývající z využívání technologie související s Rapid Prototyping.

OBSAH

ÚVOD.....	9
SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ.....	11
TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 Rapid Prototyping.....	12
2 Parametrické navrhování	16
3 Počátky parametrie	20
3.1 George William Hart.....	23
3.2 Michael Hansmeyer	25
4 Otázka autorství	28
4.1 3D technologie v architektuře.....	30
4.2 Studio MVRDV	31
4.3 Rem Koolhaas.....	34
4.4 Zaha Hadid	35
4.5 Frank Owen Gehry	39
5 Uplatnění nových technologií v sochařství	43
5.1 Antony Gormley	43
5.2 Brian Tolle.....	46
5.3 Joshua Harker.....	47
5.4 Richard Dupont	49
5.5 Davide Quayola.....	51
5.6 Federico Díaz.....	52
5.7 Michal Gabriel	54

5.8	Tomáš Medek	59
5.9	Helena Lukášová	63
5.10	3D studio FaVU VUT v Brně	65
6	Výstavní projekty	71
7	Přesahy	74
7.1	Solar Printer	74
7.2	3D tisk ve stavebnictví	76
7.2.1	Winsun	77
7.3	Móda	80
7.4	3D pero	86
7.5	Rekonstruování objektů pomocí fotografie	88
	PRAKTICKÁ ČÁST	91
8	Vlastní umělecká zkušenost s digitální technologií	91
8.1	Spejbl a Hurvínek	92
8.2	Krajina	93
8.3	Účast v druhé soutěži o návrh na jezdeckou sochu markraběte Jošta na Moravské náměstí v Brně	95
8.4	Rekonstrukce hlavičky výročního praporu pro Sokol Brno I	96
8.5	Návrh pomníku Aloise Hudce	98
9	ZÁVĚR	100
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	103
	SEZNAM OBRÁZKŮ	109
	SEZNAM ZKRATEK A ODBORNÝCH TERMÍNŮ	118

ÚVOD

Digitální technologie začali do výtvarného umění vstupovat už v 60. let. Sochařství však, díky své vazbě hmotu a prostor zůstávalo z hlediska realizačního postupu prakticky nezměněno. Možností počítače začalo sochařství, plně využívat až v posledním desetiletí, hlavním důvodem tohoto vstupu počítačové technologie do sochařství bylo zpřístupnění technologie Rapid Prototyping a vypršení patentů vztahujících se zejména k technologii 3D tisku, kterou lze díky vysokému stupni kvality zpracování považovat za nejprogresivnější z technologií Rapid Prototyping.

Ještě před deseti lety byly zprávy o možnostech 3D tisku vnímány laickou veřejností pouze jako technické kuriozity, jejichž význam dokázala ocenit jen úzká skupina odborníků. V současné době se však 3D technologie stala součástí mnoha oblastí lidské činnosti, kromě průmyslového designu, pro který byla tato technologie primárně vyvinuta, našla významné uplatnění technologie Rapid Prototyping i ve strojírenství, zdravotnictví, nebo archeologii a samozřejmě i v umění.

Díky snížení pořizovacích nákladů na 3D tiskárny se však technologie 3D tisku dostává i do běžného života. Jako jeden z důkazů prudkého rozvoje 3D technologií a jejich vstupu do běžného života může posloužit i fakt, že v roce 2014 manželka amerického prezidenta Michaelle Obama oslovila různé studenty designu a umělce z celých USA, aby vytvořili zajímavé vánoční dekorace pomocí 3D technologií na vánoční strom v Bílém domě. Tyto dekorace si lze stáhnout a vytisknout přes webovou stránku.

Dalším dokladem rozšíření 3D tisku je vznik plně funkční pistole s názvem Liberátor (osvoboditel) kterou v roce 2013 vložil na internet volně ke stažení její autor americký student Cody Wilson. <https://3dprint.com/65142/free-for-all->

liberator-3d-printable-gun-files-are-currnetly-being-downloaded-on-thingiverse/

V současné době, je již šíření dat k výrobě zbraní na 3D tiskárnách a jejich držení trestným činem.

Z těchto zpráv je zřejmé, že technologie Rapid Prototyping s sebou přináší mnoho nových otázek. Zcela novou problematiku tato technologie pochopitelně vnáší i do výtvarného umění.

Za relativně krátkou dobu existence této technologie už vznikla celá řada unikátních sochařských a architektonických děl. Přesto však lze říci, že sochařství a architektura potenciál těchto technologií stále objevuje. Sochařství je v tomto směru o něco dále, protože tam se technologie Rapid Prototyping podílí na vzniku výtvarného objektu přímo, avšak v procesu sochařské tvorby tato technologie ještě zcela nezdolala a do veřejného prostoru se objekty vytvořené pomocí této technologie dostávají zatím jen pozvolna. Hlavním důvodem tohoto pouze pozvolného nástupu technologií v sochařství byla zejména prostorová omezení vycházející z velikosti stavebních komor 3D tiskáren a finanční nároky spojené s realizací soch pomocí CNC obrábění. V neposlední řadě se na poměrně malém počtu realizací v exteriéru podílí i malá dostupnost těchto technologií. Architektura používala digitálních technologií pouze ve fázi navrhování, případně realizaci modelů staveb. Od roku 2014 se však přímo k realizování budov začalo používat speciálních 3D tiskáren, lze tak očekávat, že tato technologie s sebou přinese v architektuře zásadní změnu.

Cílem této práce je představit možnosti 3D technologií ve výtvarném umění, na příkladech osobitých uměleckých projektů autorů, kteří směřují svojí tvorbu do veřejného prostoru.

SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

Problematikou 3D technologie ve výtvarném umění se v českém prostředí podrobně zabývá disertační práce Heleny Lukášové digitální sochařství z roku 2009. V roce 2014 byla uveřejněna disertační práce Davida Medka Komperace modelování v reálném a imaginativním 3D prostoru a v témže roce byla uveřejněna Magisterská diplomová práce Pavla Směřičky 3D tisk jako umění. Tyto tři texty dosud představují neucelenější pohled na problematiku digitálních technologií ve výtvarném umění.

Při získávání informací ze zahraničí je pro mou práci hlavním zdrojem internet, neboť se tato technologie vyvíjí téměř každým dnem, jsou nové informace spojené s 3D technologiemi publikovány prostřednictvím internetu. Z důvodu progresivního vývoje technologií zařazuji i kapitolu Přesahy, protože tato kapitola nastiňuje aspekty technologií s Rapid Prototyping související a lze očekávat, že právě tyto technologické a výtvarné přesahy mohou v budoucnosti sehrát výraznou roli v umělecké tvorbě.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Rapid Prototyping

S každým nástupem nové technologie se přirozeně objevují i zcela nové termíny. Rapid Prototyping v tomto ohledu není výjimkou. Pro lepší srozumitelnost následujícího textu je potřeba hned v úvodu vysvětlit klíčové pojmy, které se v souvislosti s touto technologií při realizaci uměleckých děl nejčastěji vyskytují.

Rapid Prototyping

Autoři knihy *Additive Manufacturing Technologies*¹ popisují technologie Rapid Prototyping jako proces rychlého vytvoření prototypu, podle kterého bude vytvořen výsledný produkt. Tento termín se dále využívá pro „popis procesu vývoje obchodních a softwarových řešení po částech takovým způsobem, který umožňuje klientům testovat nápady a poskytovat zpětnou vazbu během procesu vývoje“² Vzhledem k tomu, že se technologie Rapid Prototyping již několik let nevyužívá čistě k výrobě prototypů, byl tento termín postupně nahrazen termínem Additive Manufacturing, protože tento termín je zaměřen na podstatu technologie, kdežto Rapid Prototyping vystihuje účel, ke kterému je tato technologie používána. Stále se však jedná o nadřazený termín, který zahrnuje veškeré technologie vytvářející trojrozměrné objekty na základě počítačových dat.

¹ GIBSON, Ian, David W. ROSEN a Brent STUCKER. *Additive manufacturing technologies: rapid prototyping to direct digital manufacturing*. New York: Springer, 2010. ISBN 978-1441911193

² Ibidem

Additive Manufacturing

Termín Additive Manufacturing označuje aditivní výrobní technologii, tedy technologii, při níž objekt vzniká přidáváním vrstev, což ji odlišuje od obrábění (CNC)³ při němž je materiál odstraňován.

CNC obrábění

Jak již bylo zmíněno výše, CNC frézy pracují na principu odebírání, kdy se počítačem řízená obráběcí hlava pohybuje ve třech nebo pěti osách a po vrstvách obrábí konkrétní materiál, jako je kámen, dřevo, kov. Paradoxně se tedy umělecká tvorba díky novým technologiím vrací k vytváření uměleckého díla zakódovaného v materiálu.⁴ Tato technologie umožňuje vytvářet díla větších rozměrů, avšak tento způsob obrábění díky limitům spojených s dosahem obráběcí hlavy vytváří na povrchu materiálu stopu po obrábění a je potřeba povrch materiálu následně upravit. Obráběcí hlava má také své výrazné limity a při komplikovanějším tvaru se fréza nedostane do všech míst, zejména v případě konvexních tvarů je přístupnost frézy omezená.

3D skenování

3D scanner je zařízení, které snímá tvar případně barvu reálného objektu formou dat. Získaná data pak mohou být dále upravována pomocí digitálních CAD programů. 3D skenovací zařízení využívají několik druhů technologií, z nichž každá technologie přináší určitá omezení, výhody a nároky z hlediska nákladů.

Shromážděná 3D data lze využít pro širokou škálu odvětví. Tyto přístroje jsou používány v zábavním průmyslu při výrobě filmů a videoher průmyslovém designu, ve zdravotnictví při tvorbě protetik, v archeologii a restaurátorství při dokumentaci kulturních artefaktů. Nejedná se tak přímo o technologii Rapid

³ MILLER, Eric. 3D Printing, Rapid Prototyping, Additive Manufacturing? What is the Difference?. In: *PADT, Inc.* [online]. 2012 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.padtinc.com/blog/the-rpresource/>

3d-printing-rapid-prototyping-additive-manufacturing-what-is-the-difference

⁴ LUKÁŠOVÁ, Helena. *Digitální sochařství*. Brno, 2009. Disertační práce. Masarykova univerzita.

Prototyping, ale o jakousi její inverzní formu. 3D scan tak v součinnosti s ostatními technologiemi Rapid Prototyping rozšiřuje škálu možností, které jsou autorovi k dispozici při tvorbě jeho díla.

3D tisk

Následně, díky rozšíření a uživatelskému zpřístupnění pro širší společnost byl termín Additive Manufacturing postupně nahrazen termínem 3D tisk. Výhodou nového termínu oproti termínu standardnímu byla jeho srozumitelnost, protože většina lidí chápala princip tisku a myšlenka přidání třetího rozměru byla snadno pochopitelná.

Fotogrametrie

Fotogrametrie se zabývá rekonstrukcí tvarů, měřením rozměrů a určováním polohy předmětů, které jsou zobrazeny na fotografických snímcích. Obecněji lze fotogrametrii definovat jako vědní obor, zabývající se zpracováním informací na fotografických snímcích. V souvislosti s touto prací používáme tento termín jako způsob rekonstrukce prostorového objektu pomocí fotografie.⁵

Parametricismus

„Automatizace, diferenciacce, simulace, samoorganizace nebo soběpodobnost doplňují tradiční nástroje navrhování. Programy a skripty založené na vstupních parametrech, podmínkách a cyklech tak postupně mění význam abstrakce v architektonickém navrhování. Jednoduché opakování standardních prvků je nahrazováno variací, plynulou změnou, komplexními tvary a složitými vazbami a závislostmi. Tento posun je natolik významný, že se začíná mluvit o parametricismu jako o novém velkém architektonickém stylu. V posledním článku

⁵ Fotogrametrie. *Wikipedia* [online]. [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Fotogrametrie>

letošní série o skriptování znovu zmíním probrané algoritmické nástroje, které používají nejen parametricisté, ale i běžní architekti a designéři.“⁶

⁶ PARAMETRICISMUS aneb TECHNIKY DIGITÁLNÍHO NAVRHOVÁNÍ. *Era21* [online]. [cit. 2015-12-09]. Dostupné z: http://www.era21.cz/index.asp?page_id=195

2 Parametrické navrhování

Objev počítače a s ním spojená vlna digitalizace zasáhla v druhé polovině 20. století všechny obory lidské činnosti, a ani výtvarné umění nezůstalo oproti jiným oborům pozadu. Tento prudký nástup nové technologie s sebou přinesl nejenom nové možnosti, ale i nové problémy a otázky spojené s uměleckou tvorbou využívající služeb počítače. Jedním z neprogresivnějších a zároveň nejproblematictějších trendů vycházející z užití počítače ve výtvarném umění je způsob tvorby pomocí matematické funkce, tzv. „inženýrské umění“.⁷ V souvislosti s architekturou se pro tento způsob tvorby vžilo označení „parametricismus“. Autorem této klasifikace je německý architekt Patrik Schumacher.

Parametrické navrhování je metoda navrhování s podporou počítače. Autor zadá vstupní data, která jsou následně zpracovávána podle autorem zvoleným algoritmem. Na základě těchto formotvorných algoritmů počítač generuje různé struktury objektu. Podle skriptu (programu) je možné generovat tvary a operativně je během navrhování měnit. Tímto způsobem lze generovat nekonečné množství variací téhož.⁸ Tento princip generování využívá i sama příroda, jak dokládá práce **Wilsona Bentleyho** (*1865-1931), který od roku 1885 fotografoval a srovnával sněhové vločky.

⁷ LUKÁŠOVÁ, Helena. *Digitální sochařství*. Brno, 2009. 134 s. Disertační práce. Masarykova univerzita

⁸ Nové formy: Úvodem. *Nové formy* [online]. [cit. 2014-07-26]. Dostupné z: <http://www.noveformy.cz/parametricky-design/uvodem/>



Obr. 1 **Wilson A. Bentley**, Focení a mikroskopování sněhových vloček v exteriéru, 1922

Z množství nafocených 5381 vloček byly všechny šestihranné, ale žádné dvě nebyly stejné. Jaké kouzlo se skrývá v pravidle „šesti“, které nutí vločku reagovat přesně podle tohoto pravidla? V Bentleyho zápalu byla touha najít pro pravidlo šesti algoritmus. Příčinou toho, že jsou všechny sněhové vločky šestiboké, může být způsob uspořádání atomů vodíku a dvou kyslíků v molekule vody a následně způsob upoutání jednotlivých molekul vody mezi sebou. Zdá se, že pravidlo „šesti“ nabízí řešení. Existuje tedy závazný předpis transformace, algoritmus, který spojuje funkci řazení „šesti“ na výsledek "žádné dvě nejsou stejné"⁹



Obr. 2 **Wilson A. Bentley**, Vločky,

⁹ ARANDA, Benjamin a Chris LASCH. Pamphlet Architecture. NewYork: Princeton Architectural Press, 2005, 93 s. ISBN 978-1-56898-547-3

Evoluční architektura navrhuje evoluční model přírody jako generování postup pro architektonické formy.¹⁰ Autor používající matematickou funkci, v podstatě tento přírodní princip napodobuje. Je příznačné, že termín Parametricismus se vžil v souvislosti s prací architekta, protože zejména v architektuře používání generativních funkcí zaznamenává obrovský boom v procesu navrhování architektury. Architekt může díky algoritmu řadu svých projekčních činností zautomatizovat čímž vzniká větší prostor pro tvůrčí práci. Díky propojení s počítačem podporovanou výrobou (CAM) lze rychleji docílit sofistikovanějších konstrukčních řešení. U složitějších úloh lze prostřednictvím vstupních parametrů výslednou architektonickou (designovou) formu dokonce „objevovat“. „Architektura stojí u bodu zlomu. Spojení pokroku výpočetních a výrobních technologií nabízí architektům možnost navrhování a vytváření dosud nepředstavitelných forem“. ¹¹ První výraznější projevy materializování matematických funkcí na sebe upoutaly pozornost v osmdesátých letech. Jednalo se většinou o zobrazení fraktálních funkcí. V současné době je díky technologiím Rapid Prototyping možné tyto funkce převádět do reálného prostoru (materializovat).

Od konce devadesátých let minulého století, kdy se architekti začali zabývat digitálními technologiemi v souvislosti s navrhováním budov, uplynulo již více než patnáct let a v současnou chvíli je zřejmé, že se z těchto počátečních experimentů zrodil zcela nový styl způsobu navrhování - Parametrismus.¹²

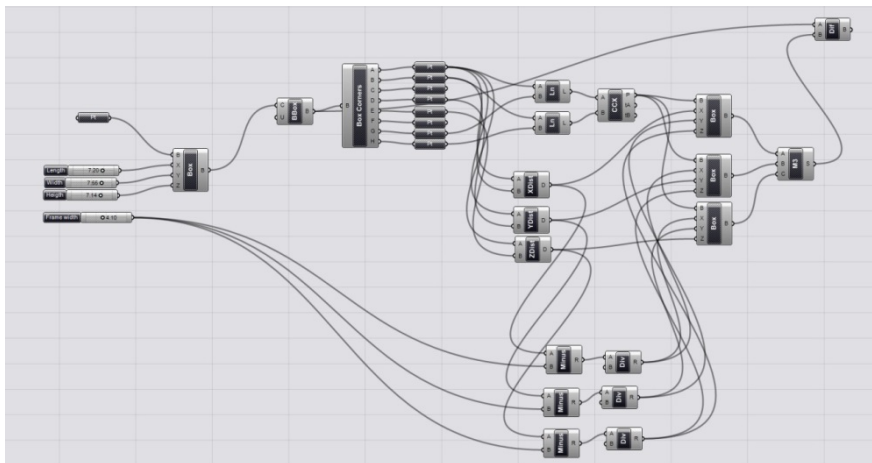
Tato nová technologie s sebou nezbytně přináší i spoustu otázek. „V jednom z televizních rozhovorů Ben van Berkel (holandský architekt) poznamenal, že do repertoáru činností současného architekta přibude kromě kreslení a vytváření modelů i programování. Ještě před pár lety bychom tuto proklamaci mohli

¹⁰ FRAZER, John. (1995). *Evolutionary Architecture*. London: Architectural Association.

¹¹ HANSMEYER, Michael. Michael Hansmeyer: Computational Architecture [online]. 2013 [cit. 2013-09-20]. Dostupné z: <http://www.michael-hansmeyer.com/profile/about.html?screenSize=1&color=1>

¹² Kratochvíl Jan, *Moderní počítačové metody ve výuce studentů architektury*, 2011, 22 s.

pokládat za bezvýznamné sdělení architektonického technofila, avšak vývoj mu v posledních letech dává za pravdu^{.13} Parametricismus se samozřejmě netýká jen architektury, ale také urbanismu, který je již ze své podstaty předurčen k práci s parametry a začíná se stále naléhavěji ozývat i v sochařství. Inspirativní jsou programy od holandského ateliéru MVRDV, jako např. *Datatown* nebo *Functionmixer*.¹⁴ Používání tohoto způsobu práce, ať už se jedná o architekturu, nebo tvorbu sochařských děl v praxi znamená, že autor je nucen naučit se programovat, nebo úzce spolupracovat s programátorem. Hranice mezi umělcem a technikem se díky tomu začíná stírat. Tohoto trendu začínají využívat i softwarové firmy, které vyvíjení programy, kde uživatel místo vypisování textů do příkazového řádku vytváří a pozměňuje algoritmus pomocí grafického pole, který je uživatelsky srozumitelnější a práce v něm je značně intuitivní. Jedním z nejvýraznějších takto uživatelsky přístupných programů je program Grasshopper, který funguje jako doplňková a volně stažitelná verze programu Rhinoceros.



Obr. 3 Ukázka grafického pole Grasshopperu, se kterým autor pracuje

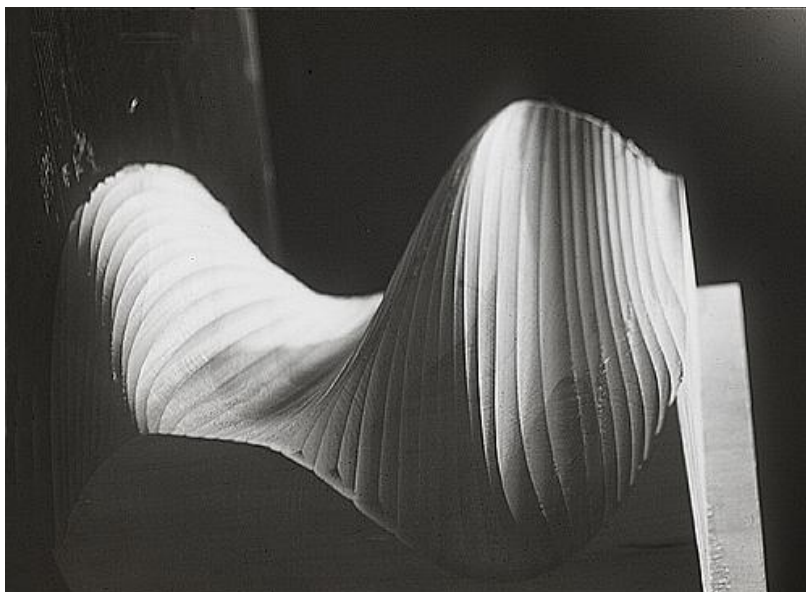
Parametrické navrhování je jednou z neprogresivnějších metod současného (zejména architektonického) navrhování, která ale díky přenechání kreativní činnosti počítači, je z hlediska umění značně problematická. Na autorovi tak zůstává „pouze“ volba finálního výstupu.

¹³ Kratochvíl Jan, *Moderní počítačové metody ve výuce studentů architektury*, 2011, 22 s.

¹⁴ MVRDV. *KM3 Excursions on Capacities*. Barcelona : Actar, 2006. 1408 s.

3 Počátky parametrie

V současnosti tato metoda tvorby zažívá opravdový nástup zejména díky návaznosti na Rapid Prototyping. První pokusy s uplatněním matematické funkce v umění můžeme sledovat od 60. let 20. století. Průkopnickou prací je „Skulpturální grafika / Trojrozměrný povrch“ (Sculpture Graphic / Three Dimensional Surface) z roku 1968, jejímž autorem je **Charles Csuri** (*1922).¹⁵ Csuri použil matematickou funkci, která vygenerovala tvar povrchu. Proděravělý pásek potom řídil tříosou CNC frézu. Tento způsob umělecké tvorby byl však dlouhou dobu považován za jakousi kuriozitu, kterou pracovala úzká skupina autorů zahleděných do technologie. Mnohdy bylo pohlíženo na umění vytvořené pomocí matematických funkcí s jistými rozpaky, protože přenechání kreativní činnosti počítači, se jevilo z hlediska umění značně problematicky.

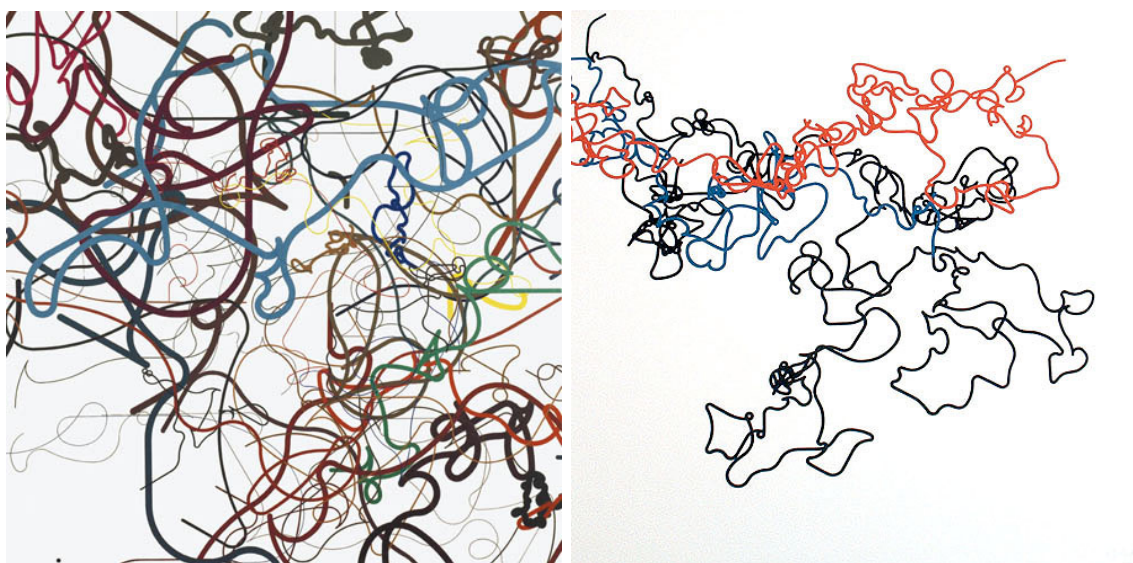


Obr. 4 **Csuri Charles**, *Ridges Over Time*, 1968

Tyto první experimenty se ale netýkaly pouze trojrozměrných objektů. Malíř **Zdeněk Sýkora** (*1920-2011), jehož díla se dostala do významných evropských

¹⁵ LUKÁŠOVÁ, Helena. *Digitální sochařství*. Brno, 2009. 134 s. Disertační práce. Masarykova univerzita

i amerických galerií, muzeí a soukromých sbírek zapojil ve spolupráci s matematikem Jaroslavem Blažkem do přípravy uměleckého díla počítač už v roce 1964. Vytvořil programované struktury s využitím počítače, jejichž smyslem bylo kombinatorické vyčerpání všech možných vzájemných pozic několika daných elementů podle zvolených pravidel. Od poloviny 70. let v cyklu liniových obrazů využívá pouze řady náhodných čísel. Matematickou funkci používal „pouze“ k navrhování obrazů, realizaci jako takovou prováděl tradiční malířskou cestou. Z jeho obrazů jsou tak stále patrné tahy štětcem, jakožto otisk umělcovy ruky. Ačkoli pracoval se systémy, funkcemi nebo programy, zůstal malířem. Originálním způsobem se zabýval tvary, barvami a jejich vzájemnými vztahy. V jeho díle hraje náhoda poměrně významnou roli při stanovení pole, zcela nových forem, které může objevit.¹⁶



Obr. 5 **Zdeněk Sýkora**, *Linie č. 18*, 1982

Obr. 6 **Zdeněk Sýkora**, *Jedna Linie*, 1976

¹⁶ GALERIE EMILA FILLY. Generátor [Tisková zpráva]. 18.4.2012. 2012, 1 s. [cit. 10.9.2013]. Dostupné z: <http://www.gef.cz/wp-content/uploads/2012/06/tiskova-zprava-1.pdf>, Perez-Gomez, A. and L. Pelletier. (1997). *Architectural Representation and the Perspective Hinge*. Cambridge: MIT Press

Otázka legitimacy takto vytvářeného umění vzhledem ke zdokonalení a dostupnosti technologií zejména pak v kombinaci s technologií Rapid Prototyping, je v dnešních dnech ještě naléhavější.

Využívání matematických funkcí k realizaci výtvarných děl vyžaduje od autora schopnost ovládat programovací jazyk, nebo jej nutí spolupracovat s programátorem, mnohdy je autorem parametrických děl programátor sám. Tato skutečnost sama o sobě ovšem neznamená, že takto vytvořené dílo musí být umělecky méně hodnotné. Většinou se však jedná o díla zabývající se „pouze“ estetickým aspektem díla bez přidané vnitřní hodnoty. Jako příklad lze uvést **George W. Harta**, matematika a geometra pracujícího na katedře informatiky na univerzitě Stony Brook v New Yorku na pozici výzkumného profesora. Tento autor získal uznání a ocenění na mnoha výstavách. Hart ve svých pracích vychází na estetiky M. C. Eschera a jako jeden ze svých konkrétních vzorů uvádí Escherův obraz Ploštěnky, ke kterému se vyjadřuje: „Pravidelný čtyřstěn krásně obaluje, vyplňuje nebo prostupuje veškerý prostor bez mezer. Tyto geometrické prvky lze sestavovat jako stavební bloky do geometrické řady vytvářející strukturu.“¹⁷

M. C. Escher (*1898 – 1972) byl holandský grafik, který si byl velmi dobře vědom těchto matematických možností a použil je v jeho litografii Ploštěnky. Zatím co jeho mnoho jiných uměleckých děl zahrnuje pouze optické iluze, nelineární transformace, nebo perspektivní triky, Ploštěnky jsou přímým ztvárněním možné fyzické struktury, založené na poměrně neznámém geometrické principu.¹⁸

¹⁷ HART, George W. Bringing M.C. Escher's Planaria to Life. [Http://www.georgehart.com/](http://www.georgehart.com/) [online]. [cit. 2013-09-19]. Dostupné z: <http://www.georgehart.com/oct-tet/planaria.pdf>

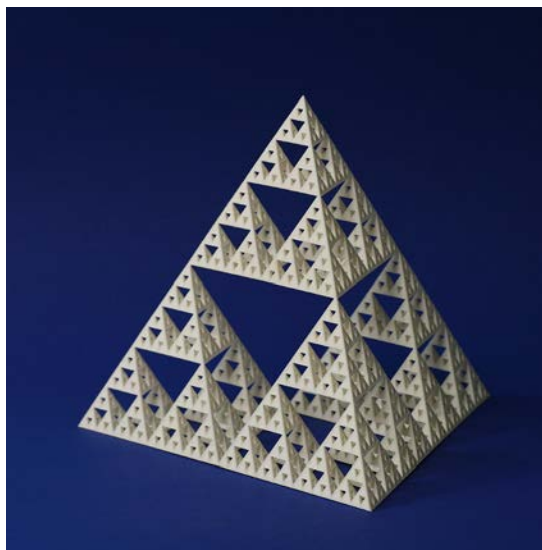
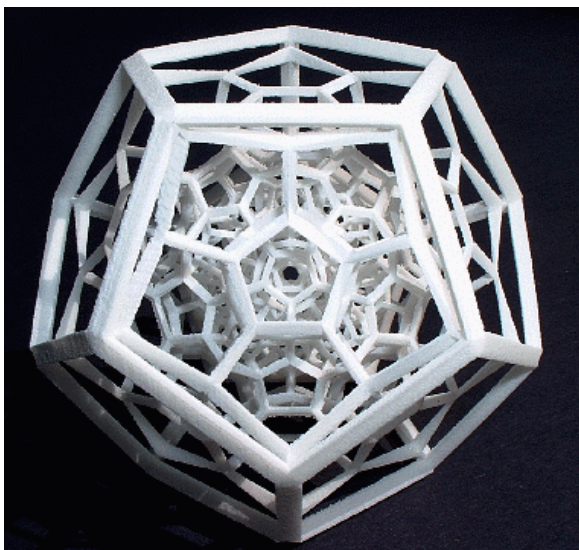
¹⁸ Ibidem



Obr. 7 **M. C. Escher**, *Planaria*, 1959

3.1 George William Hart

Jeho umělecká tvorba zahrnuje sochy, počítačovou grafiku, ale i hračky (Zome) a hádanky. Jeho vědecká činnost zahrnuje online publikace i encyklopedie. V počátcích jeho tvorby vytvářel sochy tradičními rukodělnými postupy, avšak na principu matematického generování. S nástupem 3D tisku pochopitelně přechází na tuto technologii, která je ze své podstaty přirozeným médiem pro jeho způsob tvorby. V díle G. W. Harta (*1955) lze vycítit fascinaci geometrií, kterou autor povyšuje na umělecké dílo. Jeho umělecké objekty jsou velmi komplikované, vycházejí z matematických obrazců, které jsou různě seskládané do konkrétního tvaru, autor pracuje se změnou měřítka. Tato Hartova práce je zároveň názornou ukázkou toho, jak dané matematické vztahy vypadají v prostoru a Hart je využívá při výuce pro své studenty.



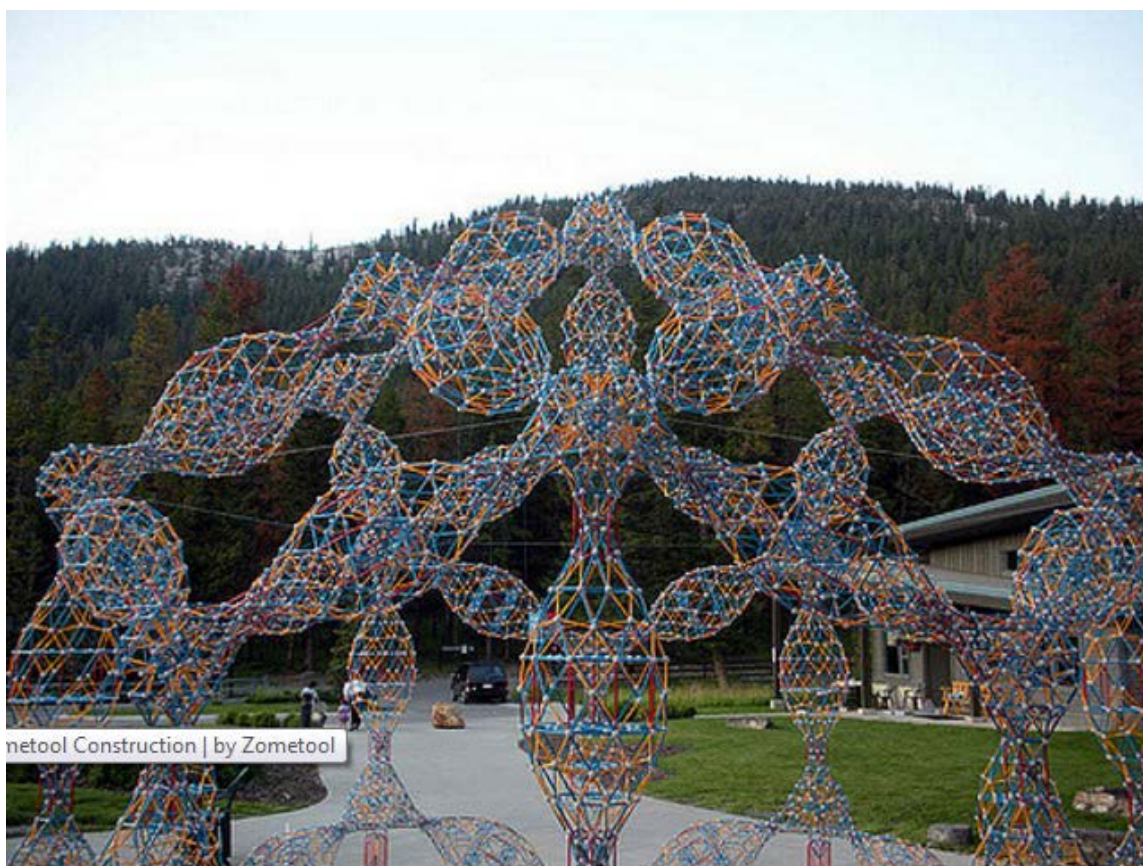
Obr. 8 **George W. Hart**, 120 Cell

Obr. 9 **George W. Hart**, Sierpinski Tetrahedron

Některé jeho objekty jsou volně k dispozici na autorových webových stránkách¹⁹ a uživatelé si je mohou volně vytisknout na prostorové tiskárně. Vlastní autorské objekty George W. Harta jsou poněkud odlišné – jsou definovány autorským zásahem a jako takové jsou také chráněny autorskými právy.

Zajímavým, i když nepřímým vstupem George Harta do veřejného prostoru byla konstrukce sestavená ze segmentů jím vytvořené stavebnice Zome, kterou však nevytvořil on sám, ale vytvořili ji studenti na konferenci Bridges Math/Art. Cílem tohoto díla byla podpora a zprostředkování praktických zkušeností s vytvářením matematických principů zábavným a poutavým způsobem. Na vytvoření tohoto pět metrů vysokého díla se podílelo více než stovka studentů.

¹⁹ Webové stránky G.W. Harta dostupné na <http://www.georgehart.com>



Obr.: 10 **George W. Hart**, *Toys Zome*, 2009

3.2 Michael Hansmeyer

„Architektura stojí u bodu zlomu. Spojení pokroku ve výpočetních a výrobních technologiích nabízí architektům možnost navrhování a vytváření doposud nepředstavitelných forem.“²⁰

Hansmeyer původně studoval architekturu na Kolumbijské univerzitě v New Yorku. Přes toto jeho architektonické vzdělání ho lze zařadit ale i mezi sochaře. Ve své tvorbě spojuje oba tyto obory, hlavním objektem jeho výtvarné činnosti je architektonický prvek – sloup. Jeho sloupky vychází z klasického pojmosloví antických dórských sloupů, které autor nechápe jako nosný prvek, ale jako

²⁰ Hansmeyer Michael, Portfolio, 2010, dostupný na <<http://www.v.michael-hansmeyer.com/profile/about.html?screenSize=1&color=1>>

výtvarný artefakt členící prostor. Ve svých instalacích často tento prostor zahustí mnoha typy svých sloupů a rozděluje jimi tak výstavní prostor.



Obr. 11 **Michael Hansmeyer**, *Subdivided columns*

Začátkem pracovního postupu je vytvoření low-polygonálního modelu v běžném grafickém editoru, v tomto případě striktně dodržující pravidla dórského slohu a pomocí algoritmů, které si sám vytváří a násobí a dělí povrch původního modelu.²¹

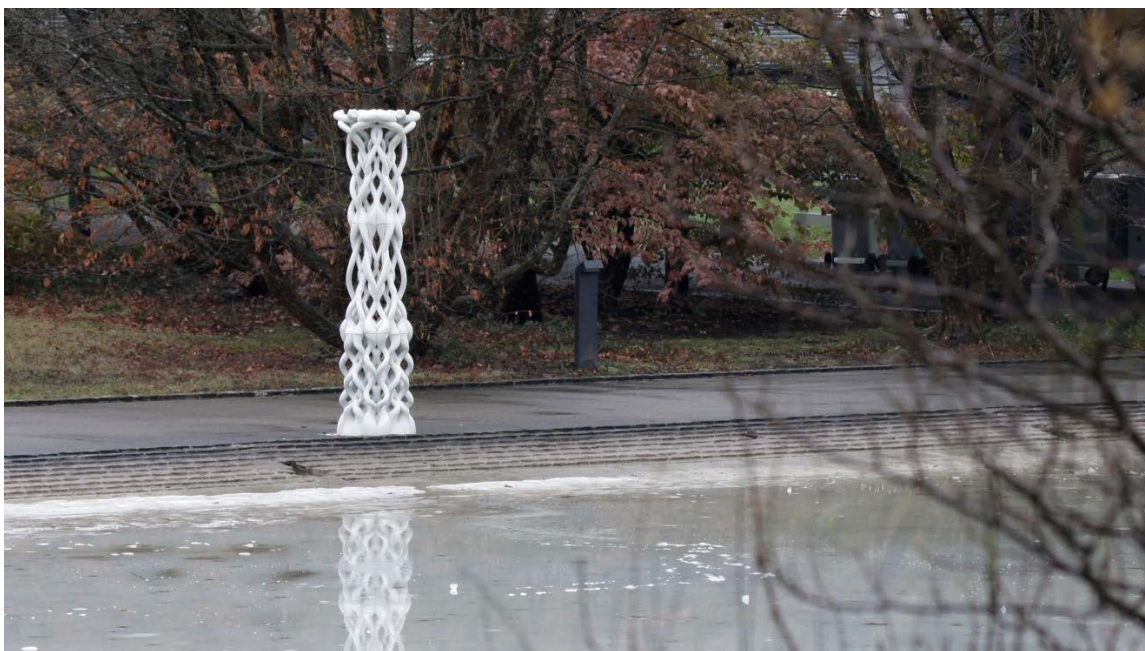
Takto vytvořený model Hansmeyer zhmotňuje na plotru, kde z milimetru silného papíru seskládává po vrstvách své objekty. Jako první vznikl tímto způsobem 2,7 m vysoký prototyp, další sloupky byly tvořeny z 1 mm silné vrstvy ABS plastu a byly vystaveny v roce 2011 na Design Biennale v Gwagn. Vystavené byly čtyři sloupky, které nemají společnou žádnou plochu ani motiv, přesto tvoří jasně koherentní skupinu. Navíc, Hansmayer při této instalaci využil i optického efektu s použitím zrcadel, takže ze čtyř sloupů měl návštěvník možnost vidět sloupů šestnáct, přičemž tato skupina sloupů tvoří permutací jedinečný objekt, seskládaný zrcadlovým obrazem ostatních sloupů.

²¹ KRHÁNEK, BcA. Adam. *Polygon v sochařství a architektuře*. Brno, 2013. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta výtvarných umění. Vedoucí práce Prof. PhDr. Jan Sedlák, Csc.



Obr. 12 **Michael Hansmeyer**, *Detail struktury*

Dosud jediným vstupem Michaela Hansmeyera do veřejného prostoru bylo vystavení jeho projektu s názvem Woven Column na výstavě architektury v Zurichu v roce 2013.



Obr. 13 **Michael Hansmeyer**, *Woven Column*, 2013

4 Otázka autorství

Je pochopitelné, že způsob tvorby pomocí technologie Rapid Prototyping vyvolává otázky spojené s autorstvím. Finský architekt a teoretik umění Juhani Pallasmaa na tento technologický boom nahlíží se značnou skepsí: „Počítač je obvykle s nadšením prezentovaný jako výhradně prospěšný vynález, který osvobozuje lidskou fantazii. Podle mě však má počítačové zobrazování sklon zničit naši skvostnou vícesmyslovou a synchronní schopnost představivosti a to proměněním procesu projektování na pasivní vizuální manipulaci – sítnicový průzkum. Počítač vytváří vzdálenost mezi tvůrcem a předmětem, kdežto kreslení rukou nebo stavění modelů dává designéra do úzkého kontaktu s objektem nebo prostorem²² Ještě problematičtější se jeví situaci, kdy autor nejenom materializuje svoji myšlenku, ale dokonce se vzdává i fáze samotného navrhování, které přenechává parametrickým funkcím programu. Na autorovi tak zůstávají dva úkony – vytváření vstupních dat, a výběr finální podoby díla. V případě zadávání generativních funkcí dochází často k situaci, kdy autor tato data nekládá přímo, ale využívá k tomu služeb specialistů schopných pracovat s těmito programy.

Tato situace však nenastává pouze v případě, kdy autor používá k vytvoření svého díla parametrických funkcí. Je spojena i se situací, kdy autor pověřuje realizaci svého díla subdodavatelskou firmu, či vlastní realizační team. Míra zásahu autora, který je na konci pod dílem podepsán se značně liší, podle autorova přístupu. Podobnou tematikou, tj. zmenšení autorského podílu na realizaci díla se zabývá Wolfgang Ullrich ve své stati Nevinná ruka²³. Ullrichův text se nezabývá problematikou technologií, nýbrž fenoménem proměny umělce z tvůrce na zadavatele. Mezi jinými uvádí jako příklad Douga Aitkena, umělce,

²² PALLASMAA, Juhani. *Myslíci ruka: Existenciální a ztělesněná moudrost v architektuře*. Zlín: Archa, 2012, 159 s. ISBN 978-80-87545-09-6

²³ ULLRICH, Wolfgang. *Nevinná ruka*. 2010

který nechává svoje díla zhotovovat v Mike Smith Studiu. Doug průběh realizace vůbec nekontroluje a sám vidí svá díla poprvé až na výstavě.

Tento princip, byť se zpočátku jeví jako velice extrémní, ve své podstatě však není ničím novým. Mnoho významných autorů historie kolem sebe vytvořilo huť, nebo dílnu kde zaměstnávali velké množství svých žáků, nebo řemeslníků, kteří podle modeleta či skicy realizovali jejich návrh a autor vstupoval do procesu realizace jen dílčími vstupy.

V kontextu této Ullrichovy stati je zřejmé, že parametrické navrhování v kombinaci s Rapid Prototyping je ve srovnání se zadavatelským přístupem výše zmíněných autorů legitimním uměleckým nástrojem, kde autorův prostor je sice zúžen, ale autor ovládá dvě kreativní klíčové fáze realizace, vkládá na počátku svoji myšlenku a v závěrečné fázi rozhoduje o definitivní podobě díla. Nicméně k jisté ztrátě autenticity při používání 3D digitálních technologií ve výtvarném umění dochází. Ve své knize *The Nature and Art of Workmanship* dělí David Pye řemeslnou zručnost do dvou kategorií: „řemeslná zručnost rizikem“ a „řemeslná zručnost s jistotou“. První kategorie řemeslné zručnosti „znamená, že v jakémkoli okamžiku, ať už kvůli nepozornosti, nezkušenosti nebo nehodě, má řemeslník sklon ke zničení práce“. V druhé kategorii je „kvalita výsledku“ předem určena a je mimo kontrolu autora. Z tohoto úhlu pohledu je zřejmé že při používání Digitálních technologií se jedná výhradně o druhou kategorii díla tj. díla vytvořeného bez rizika. David Pye dodává „Všechna lidská díla, která jsou obdivována od počátku naší historie, byla vytvořena řemeslnou zručností s rizikem až na poslední tři nebo čtyři generace“.²⁴

²⁴ Pye, David. *The Nature and Art of Workmanship*. (nejdříve publikováno 1968), London: The Herbert Press, přepracovaná edice, 1995, s. 9

4.1 3D technologie v architektuře

Generativní a tvůrčí potenciál digitálních médií, spolu s výrobním pokrokem dosaženým v automobilovém, leteckém a lodím průmyslu, otevírá nové dimenze v architektonickém navrhování. Důsledky jsou značné - jak se architektura mění, stává se částečně experimentálním výzkumem topologické geometrie, částečně výpočetní souhrou výroby robotických materiálů a částečně generativním kinematickým sochařstvím prostoru" ²⁵

Vzhledem k technickým a společenským souvislostem se vztah počítače a umění od 60. let neposouval nikterak dramaticky kupředu. Významným impulsem bylo rozšíření osobních počítačů od IBM, respektive od Apple do architektonických kanceláří. Architektura díky své přímé vazbě na techniku sehrává v uplatňování tvorby pomocí parametrů významnou úlohu. Druhým zásadním posunem bylo začátkem nového tisíciletí vypršení některých patentů na technologii 3D tisku.

Při objasňování uplatnění matematické generativní funkce v umění je nezbytné zmínit se o zásadním vlivu, jaký měla pro tento způsob kreativní činnosti architektura. „Parametrie mění zažitou hierarchii stavebního průmyslu a samozřejmě roli architekta v procesu navrhování" ²⁶ Informační věk stejně jako průmyslové doby před ním mění architekturu nejen ve způsobu, jakým jsou budovy navrhovány, ale i jak jsou konstruovány a budovány.

V konceptuální oblasti, výpočetní, digitální, topologické architektury, non-Euclidean prostor geometrických, kinetických a dynamických systémů spolu s generickými algoritmy, nahrazuje technologii architektury. Digitálně řízené designové postupy charakterizované dynamickou, otevřenou

²⁵ ZELLNER, P.: 1999, Hybrid Space: New Forms in Digital Architecture, Rizzoli, New York

²⁶ SCHUMACHER, Patrik. The autopoiesis of architecture: a new agenda for architecture. Chichester: John Wiley, 2012, s. 621

a nepředvídatelnou, ale konzistentní transformací trojrozměrných struktur přináší nové architektonické možnosti.²⁷

Již v roce 1962 publikoval americký vizionář Douglas Engelbart zásadní text popisující spolupráci mezi člověkem a počítačem.²⁸ Člověk – architekt měl sedět před počítačem - úředníkem, který sám generoval řezy, pohledy, perspektivy, vytvářel textové rozpisy a vyhodnocoval osvit místností. Engelbart de facto vytýčil směr, kterým dodnes kráčí producenti softwaru pro architekty a pro který se vžilo označení Building Information Modeling (BIM).²⁹

Tento způsob tvorby je své podstaty vhodný pro práci architekta, zejména pak při řešení urbanistických dispozic měst, jelikož je urbanismus předurčen pro práci s parametry k simulaci, analýze, optimalizaci, tedy modelovému projektování.

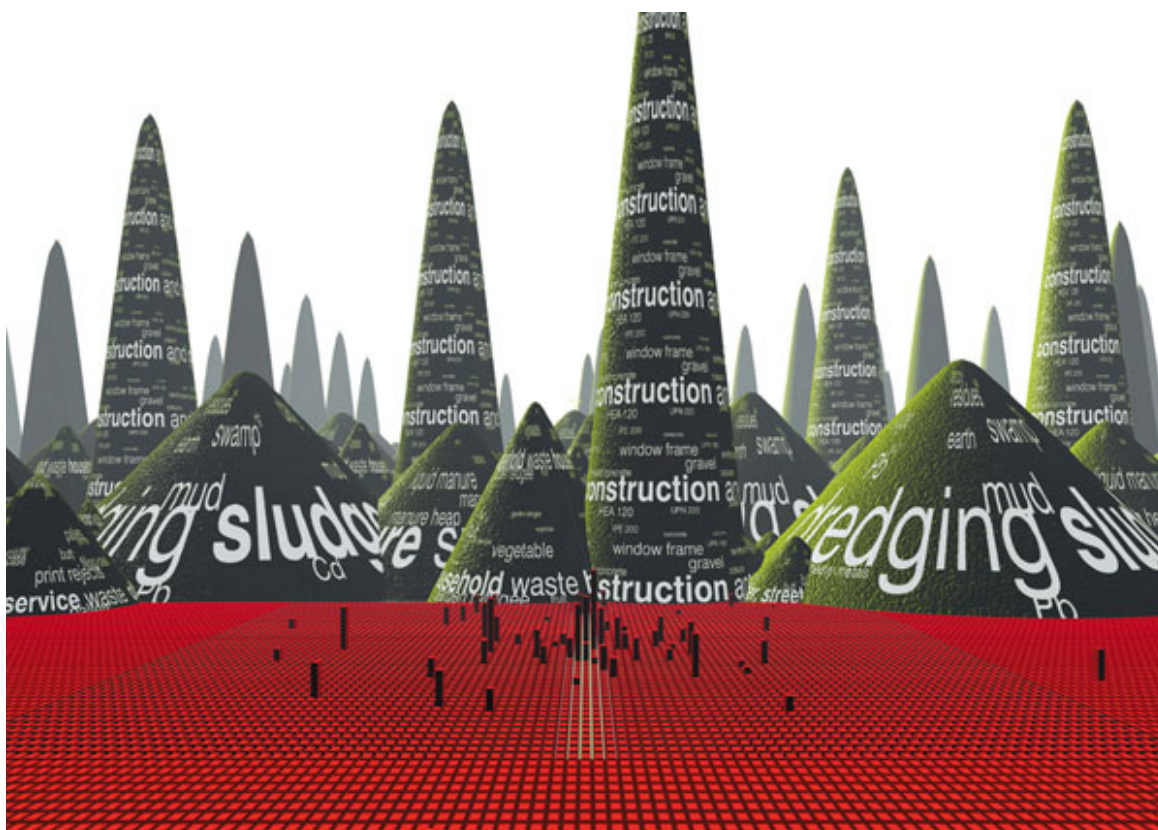
4.2 Studio MVRDV

Jako názorná ukázka řešení urbanistických dispozic města pomocí generativní funkce může posloužit projekt Metacity/Datatown holandského architektonického studia MVRDV. Studio si dalo za cíl vytvořit funkční urbanistický svět založený pouze na datech. Projekt tohoto virtuálního města reaguje na neustálý růst populace na zemi ve vztahu k obyvatelným plochám světa. Virtuální svět Datatown je detailně zpracován a rozdělen do několika sektorů, které reagují na nárůst populace. Kromě obytného, zemědělského, energetického sektoru a sektoru vodního hospodářství projekt zahrnuje i sektor pro skladování odpadu, který by po čase vytvořil jakousi dolomitickou krajinu z odpadků.

²⁷ KOLAREVIC, B.: 2000, Digital Architectures, in M. Clayton and G. Velasco (eds.), Proceedings of the ACADIA 2000 Conference, ACADIA. Kvan, T. and Kolarevic, B.: forthcoming, Rapid Prototyping and Its Application in Architectural Design, in Automation in Construction, special issue on rapid prototyping in architecture, Elsevier, Amsterdam.

²⁸ UHRÍK, Martin. Digitální architektúra. Vyd. 1. Bratislava: Eurostav, 2010, 148 s. ISBN 978-80-89228-25-6.

²⁹ KRATOCHVÍL, Jan. Moderní počítačové metody ve výuce studentů architektury. Brno, 2011. 22 s. Teze disertační práce. VUT Brno



Obr. 14 **MVRDV**, *Datatown*

Samotní autoři *Datatown* popisují takto: „Je to město, které nevychází z konkrétní topografie, nevychází z žádné ideologie, nemá předepsané zastoupení, žádný kontext extrapolací z rychlé expanze městských center na základě metody dopravy a komunikace. Je to město, které chce popsat informace“.³⁰

Nicméně urbanismus není jedinou oblastí architektury ovlivněnou parametří. Pochopitelně veškerá inženýrská zadání jsou ideální pro řešení pomocí matematických funkcí.

U parametrického návrhu jsou konkrétně deklarovány jeho parametry a ne jeho finální tvar. Přiřazením různých hodnot parametrů, lze snadno vytvořit různé tvary nebo jejich konfigurace. Rovnice mohou být použity k popisu vztahů mezi

³⁰ JODIDIO, Philip. *Architecture NOW!: Landscape*. Kolín nad Rýnem: Taschen, 2001

objekty, definující asociativní geometrie, tj." složka geometrie, která je vzájemně propojena.³¹

V úvodu jsem, zmínil, že pro navrhování pomocí matematických funkcí se vžilo označení Parametrie. Autorem tohoto označení je německý architekt **Patrik Schumacher**. Parametricismus je první styl v historii, ve kterém architekti nenavrhují specifický tvar budov, ale soubor principů zakódovaných jako sekvence parametrických rovnic, kterými generují specifické požadavky na design. Každý parametr každého objektu (geometrie, pozice, barva, průhlednost) může být spojený s libovolným parametrem kteréhokoli jiného objektu anebo skupiny objektů. Vzájemná vztáženost je zásadní vlastností konceptu parametricizmu.³² Patrik Schumacher je partnerem v ateliéru Zaha Hadid Architects, na jehož práci lze demonstrovat, jak parametrie ovlivnila tvář současné architektury.

„Stavění nadále přestává být uměním vzájemného přiřazování dvou cihel (Mies van der Rohe), ale stává se uměním vzájemného přiřazení dvou bitů (bit = jednotka informace). Architekturu digitální doby lze charakterizovat jako architekturu, která se opírá o princip generování architektonického prostoru v protikladu k modernistickému vymezování prostoru. Tvoření prostoru je klíčem k porozumění jeho kvality, charakteru a v neposlední řadě i principům, ze kterých vychází.“³³

Architektura se v průběhu téměř celé své historie držela víceméně stále stejných principů. Avšak v posledních desetiletích se architektura začala výrazně měnit. Tato změna je způsobena nejen novými materiály a zdokonalenou stavební technologií, ale především začleněním počítače do samotného navrhování a

³¹ BURRY, M.: 1999, Paramorph, in S. Perrella (ed.), AD Profile 139: Hypersurface Architecture II, Academy Editions, London, pp. 78-83.

³² SCHUMACHER, Patrik. The autopoiesis of architecture: a new agenda for architecture. Chichester: John Wiley, 2012, s. 621

³³ Jan Benda, Příběh architektury digitálního věku, *Knihovna plus*, <http://knihovna.nkp.cz/knihovnaplus101/benda.htm>., vyhledáno 5. 2. 2013

projektování stavby. Architektura se stává mnohem dynamičtější, dravější a více „sochařskou“, na úkor tektoniky. Za první výraznou změnu architektury můžeme považovat období 70. let, období tzv. High-Tech architektury, kdy výrazněji začaly do architektury pronikat technologie z jiných oblastí průmyslu. Využívaly se technologie zejména z oboru letectví, automobilového průmyslu a průmyslového designu. Architektura byla první výtvarnou disciplínou, která začala plně využívat možnosti počítačů.

Opravdu zásadní změnou byla architektura Dekonstruktivismu a to právě z důvodu změny samotného projekčního procesu – využíváním počítače. Použití počítače v tomto architektonickém směru, který pracuje s prvkem nepředvídatelnosti a kontrolovaného chaosu zdánlivě nelogických konstrukcí, směru, který programově opouští vertikálu a horizontálu, se jevílo jako nezbytné pro jeho technickou náročnost.

4.3 Rem Koolhaas

Začátky uplatňování počítačové technologie v procesu projektování staveb lze vysledovat od roku 1975, kdy bylo založeno Office for Metropolitan Architecture (OMA). Tato kancelář byla založena pod vedením **Rema Koolhaase** (*1944) a **Elii Zenghelise** (*1937) v Rotterdamu.

Jako příklad použití počítačové technologie při navrhování architektury může posloužit budova Educatoria v Utrechtu. V tomto případě se nejedná pouze o technickou pomůcku usnadňující navrhování, ale o nástroj, který autorům pomohl svobodně utvořit formální kompozici stavby.

„Tato prostorová koláž, která musí splňovat tradiční úlohu fakulty v sobě spojuje několik provozních funkcí – 2 přednáškové sály, jídelnu, knihovnu, učebny a řadu dalších místností, se kterými Koolhaas zachází jako se svébytnými prvky, kterým přiřazuje materiál a formu a zapouští je do zprohýbané a poskládané

desky, která se jako těsto skládá nad sebe a stabilizuje prvky v prostoru. Přednáškové sály jsou pravděpodobně nejpůsobivějším prostorovým zážitkem a je patrné, že si s nimi Remi Koolhaas patřičně pohrál. Geniální je dřevěná promítací kabina ve tvaru elipsoidu a nesmím opomenout materiálové variace.³⁴



Obr. 15 **Studio OMA**, *Educatorium*, Utrecht, 1997

4.4 Zaha Hadid

Vůdčí osobností ateliéru Zaha Hadid Architects byla britská architektka íránského původu, Zaha Hadid (*1950-2016). Nejprve vystudovala matematiku v Bejrútu a posléze architekturu v Londýně. V roce 2003 získala nejvýznamnější světové ocenění Pritzkerovu cenu. Časopis Time označil Zahu Hadid za jednu ze 100 nejvlivnějších lidí světa.³⁵ Zaha Hadid tvořila velmi invenční stavby. Soustřeďovala kolem sebe teoretiky architektury, programátory a příslušníky

³⁴ Stavby: Educatorium. *Archiweb* [online]. [cit. 2015-12-14]. Dostupné z: <http://www.archiweb.cz/buildings.php?&action=show&id=202>

³⁵ *Archizone.cz: Zaha Hadid* [online]. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.archizone.cz/architekti/zaha-hadid>

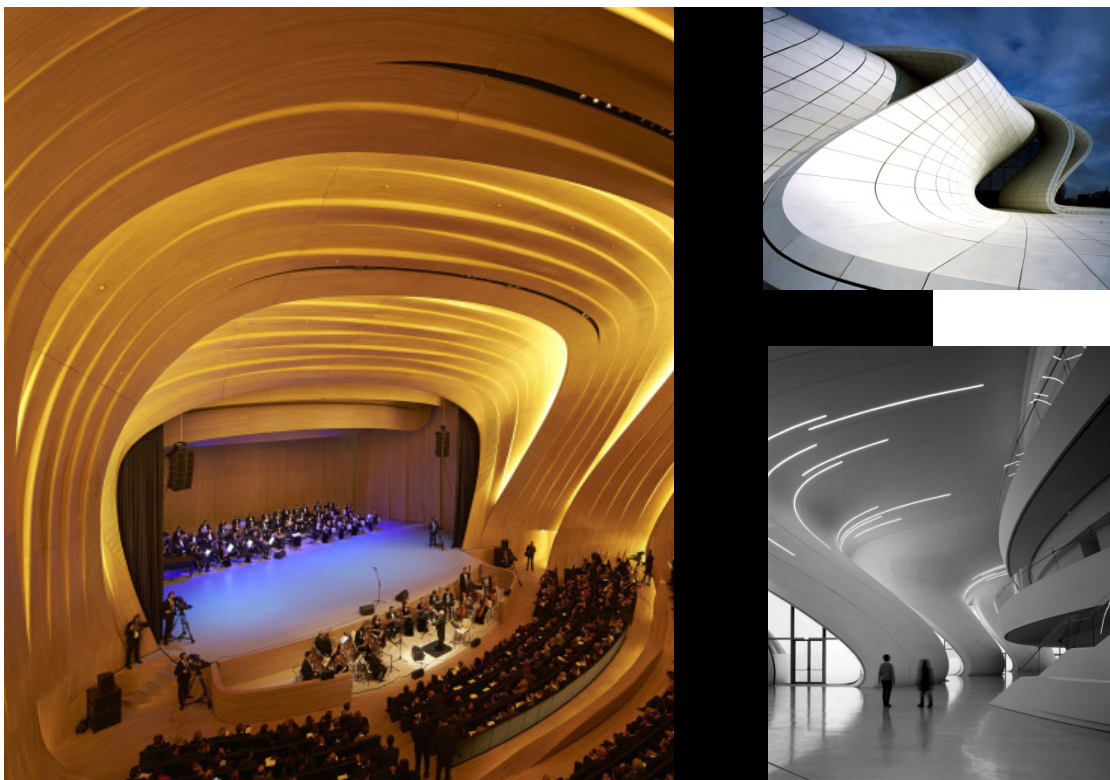
dalších profesí, kteří pomáhali její přesvědčení vyložit. „Inovace a snaha o novost je vždy určujícím momentem a klíčovou úlohou architektury od prvního uvědomění si sebe sama“ hovoří o novém paradigmatu a jazyku, definovaném softwarem a počítači Schumacher. Mezi jeho aktéry zahrnuje tvůrce tzv. blob-architektury, architektury deformované a nakláněné, architektury parametrické a digitální.³⁶



Obr. 16 Zaha Hadid, Kulturní centrum Heydar Aliyev Centre, 2013

Pracovní postupy, jež Hadid představovala na svých výstavách, mají k modulování předmětů zdánlivě nesouvisejících s architekturou velmi blízko. Stačí si představit například květ rostliny definovaný tisíci body, který se různě variuje, prolamuje a přeskupuje. Děje se tak s takovou přirozeností, že je možné původní květ vytušit i v tvarově zcela odlišeném objektu. To samé platí i pro budovy, komplexy objektů, i městské čtvrti.

³⁶ HLINKA, Jiří. Zaha Hadid stále bojuje proti doslovnosti v architektuře. Zaha Hadid stále bojuje proti doslovnosti v architektuře [online]. 2005, s. 4 [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://www.stavebni-forum.cz/cs/print/5599/zaha-hadid-stale-bojuje-proti-doslovnosti-v-architektuře>].



Obr. 17 **Zaha Hadid**, Kulturní centrum Heydar Aliyev Centre, 2013

Tento způsob práce nemění pouze zažité postupy, ale i výslednou podobu architektury. Budovy spíše než prostor k obývání připomínají monumentální sochařské objekty. Další takovouto stavbou je Phaeno Science Center v německém Wolfsburgu. Phaeno je největší budovou postavenou ze samozhutnitelného betonu v Evropě, díky němuž bylo možné vystavit rozmanitou strukturu, křivky a rozmanité úhly. Jeho vnitřní prostory tvoří zdánlivou umělou krajinu, kterou prohlubuje systém osvětlení.³⁷

³⁷ ArchiTravel: Phaeno Science Centre Phaeno Science Centre, WOLFSBURG, Germany, Zaha Hadid Architects [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.architravel.com/architravel/building/phaeno-science-centre/>



Obr. 18 **Zaha Hadid**, Phaeno Center, Wolfsburg Německo, 2005

Zaha Hadid ráda otrásala starými pravidly formálního prostoru. Stropy a stěny nahrazovala něčím, co připomíná proud či kapalinu, která zdánlivě popírá veškeré známky pevnosti. Architektka o sobě tvrdila, že ráda dělá věci, které vybočují z řady. Styl Zaha Hadid se dá popsat jako neomodernistický a dekonstruktivistický.³⁸

³⁸ Zaha Hadid: Životopis. *Www.archizone.cz* [online]. [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: <http://www.archizone.cz/architekti/zaha-hadid/>



Obr. 19 **Zaha Hadid**, *Phaeno Center*, interér – detail stropu, Wolfsburg
Německo, 2005

4.5 Frank Owen Gehry

Další významnou osobností, která kolem sebe soustředila skupinu osobností zabývajících se uplatněním počítačové technologie v architektonické praxi byl Frank O. Gehry (*1924).³⁹ Frank Owen Gehry, vlastním jménem Ephraim Owen Goldberg je významným americko-kanadským architektem.

Přes velmi náročnou technologickou a technickou cestu k finální realizaci budovy, se výsledný dojem stavby jeví jako vytvořený zcela nahodile.



Obr. 20 **Frank Gehry**, *Guggenheim Museum*, Bilbao, Španělsko, 2010

³⁹ *Frank Gehry*, <https://www.foga.com/>, vyhledáno 03. 10. 2014; srov. též Francesco Dal Co – Kurt Forster – Hadley Soutter Arnold, *Frank O. Gehry: The Complete Works*, New York 1997

Jeho architektura je inovativní a expresivní, používá moderní technologie, vychází z abstraktních tvarů i organické architektury.⁴⁰ Pracuje se zvládnutými liniemi a s volnou kompozicí vzájemně se prostupujících či vyvažujících se prvků. Vzhledem k jeho sochařskému přístupu k navrhování budov je pro něj využívání 3D technologie (zejména 3D scan v součinnosti s parametrickým řešením konstrukčních prvků) logickým krokem, který mu umožňuje se plně zaměřit finální výtvarné řešení budovy.

Gehry při navrhování budov pracuje osobitým způsobem s technologií 3D scanu v kombinaci s parametrickými programy. V roce 1991 Gehryho spolupracovník Rick Smith, bývalý konzultant IBM a letecký inženýr, zavedl v atelieru Franka Gehryho software CATIA (Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application). Původně tento program sloužil k projektování bojových stíhaček Mirage či dopravních letadel Boeing a využívá ho i automobilka Chrysler. Tento program byl poprvé použit v projektu obří Ryby v Barceloně a následně autobusové zastávky v Hannoveru. Ale první skutečnou budovou, na které byl CATIA využit, byl Tančící dům v Praze. Ten se tak stal prvním kompletně digitalizovaným domem na světě. Gehry měl možnost si zde plně odzkoušet 3D počítačové modelování, bez kterého by jeho geometrie volných forem nemohla být nikdy realizována. Práce v Praze se pro něho stala výchozí zkušeností pro stavbu Guggenheimova muzea v Bilbao (1997). Na něm je možné rozpoznat podobnost se skleněným pláštěm. Guggenheimovo centrum se proslavilo jako první digitální realizace 21. století. Toto světové prvenství by však mělo patřit Tančícímu domu.⁴¹ Tato budova je též známá pod názvem Ginger and Fred. S tímto jménem přišel Frank Gehry a oba architekti o něm uvažovali i jako o oficiálním názvu. Nakonec od toho ale ustoupili. S Prahou tu nevzniká žádná paralela a Gehry se také chtěl vyvarovat hlasů proti zatahování amerického

⁴⁰ VAŇKOVÁ, Klára. Tvorba architekta Vlady Miluniče v letech 1990 – 2009. Brno, 2010. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí práce PhDr. Aleš Filip, Ph.D.

⁴¹ Ibidem

kýče.⁴² Oba architekti vytvořili dílo, o němž se také říká, že nejde ani tak o dům jako spíše o sochu.⁴³



Obr. 21 **Frank Gehry**, *Tančící dům*, Praha, Česká republika, 1996

Gehryho fascinující způsob práce připomíná spíše práci abstraktního sochaře než architekta. I v dnešní době nástupu Rapid Prototypingu Ghery ručně zhotovuje jednoduché modely z papíru, které definují hlavní hmoty jeho staveb. Obvykle takových modelů pro jednu budovu vytvoří kolem tisíce! V další fázi vznikají CAD modely, kdy se ty skutečné (papírové) naskenují a následně převedou do digitální podoby, kde jsou následně řešeny vnitřní dispozice a statické řešení budov právě pomocí generativních funkcí.⁴⁴ Na celý tento proces pochopitelně dohlíží Ghery, i když sám počítačové programy neovládá. Jak o

⁴² Srov. Volf, Petr. *Dům jako příběh*. (rozhovor s V. Miluničem), [online] 1999 [cit. 25. května 2007]. Dostupné z <<http://www.jedinak.cz/stranky/txtmilunic.html>>

⁴³ Srov. Kratochvíl, Petr. Socha v kontextu. *Fórum architektury & stavitelství*, 1998, roč. VI, č. 1, 30 s.

⁴⁴ FIALOVÁ, Irena. Co se do knihy nedostalo: Zlatý řez, 2003, č.24

něm prohlásil jeho spolupracovník a specialista na software Jim Glymp „ Frank s počítačem pracovat neumí, leda by ho po někom hodil“ (skici Franka Gheryho).

Vzhledem k jeho sochařskému přístupu k navrhování budov je pro něj využívání 3D technologie (zejména 3D scan v součinnosti s parametrickým řešením konstrukčních prvků) logickým krokem, který mu umožňuje se plně věnovat výtvarné podobě budovy, bez omezování technickými otázkami ve fázi ideového návrhu. Díky této tvůrčí svobodě se architektura Franka Gheryho podobá ve výsledku spíše sochařskému dílu než architektuře. Gehry sám prohlásil: "*Co je architektura? Je to trojrozměrný objekt!*"⁴⁵

Možnosti inženýrského umění tak osvobozují autory od technických problémů, na druhé straně stírají rozdíly mezi sochařstvím a architekturou. Díky novým technologiím, které stírají rozdíly mezi pracovními vstupy architektů a sochařů, vzniká velká spousta výtvarných projektů, která nelze označit jinak, než jako díla na pomezí architektury a sochařstvím. Sochaři ve svých sochách začínají definovat prostor do kterého lze vstoupit a naopak architekti vytváří objekty, které často estetickou složku nadřazují nad funkci.

⁴⁵ GEHRY O. Frank. Academy of Achievement [online]. 2010 [cit. 2013-09-20]. Dostupné z: <http://www.achievement.org/autodoc/page/geh0bio-1>

5 Uplatnění nových technologií v sochařství

Jedno z největších pozitiv 3D tisku je zhmotňování myšlenek bez omezení vyplývajících z rukodělné činnosti. Spousta autorů tak s nástupem této technologie objevila možnosti svobodné tvorby bez materiálového omezení a díky progresivnosti technologií digitálního konstruování, je práce sochaře značně zjednodušena i při realizaci monumentálních soch. Sochař musí neustále usilovat o uvažování a použití tvaru v jeho plné prostorové celosti. Dostane pevný tvar, zhmotní ho ve své hlavě a přemýšlí nad ním bez ohledu na jeho velikost. Jakoby ho držel zcela uzavřený v dutině své ruky. Mentálně si představuje jeho komplexní formu ze všech stran. Ví, jak vypadá z jedné strany, zatímco se dívá z té druhé. Identifikuje se s jeho těžištěm, jeho objemem, vahou, uvědomuje si jeho velikost a prostor, jaký tvar zaujímá ve vzduchu.⁴⁶

5.1 Antony Gormley

Gormley je britský sochař, jehož výchozím prvkem tvorby je lidská figura, kterou často výrazně schematizuje a instaluje do základních pozic. Své sochy vytváří zvláštním a osobitým způsobem. Reálnou lidskou figuru odlije do sádrové formy, z této formy dále neodlévá zpětně figuru, ale sádrovou formu povrchově opracovává. Nejčastěji potahuje takovou formu olověným plechem. Vznikají tak jakési schematizované sarkofágy, nebo kukly, pod kterými se dá lidská figura vytušit, což v kombinaci s pózou dané figury na diváka působí silně emočně.

Dvě jeho realizace, které je nutné v souvislosti s technologií Rapid Prototyping uvést jsou monumentální díla Anděl severu a Tělo/Prostor/Rámec. Tyto dvě realizace nelze nezmínit v souvislosti s 3D technologií a to nejen pro jejich

⁴⁶ Calvino Italo, *Six Memos for the Next Millennium*. New York, Vintage Books, 1993, 112 s.

uměleckou hodnotu, ale i pro jejich rozměry. Anděl severu je největší sochou ve Velké Británii. Železná socha je 20 metrů vysoká a 52 metrů široká.

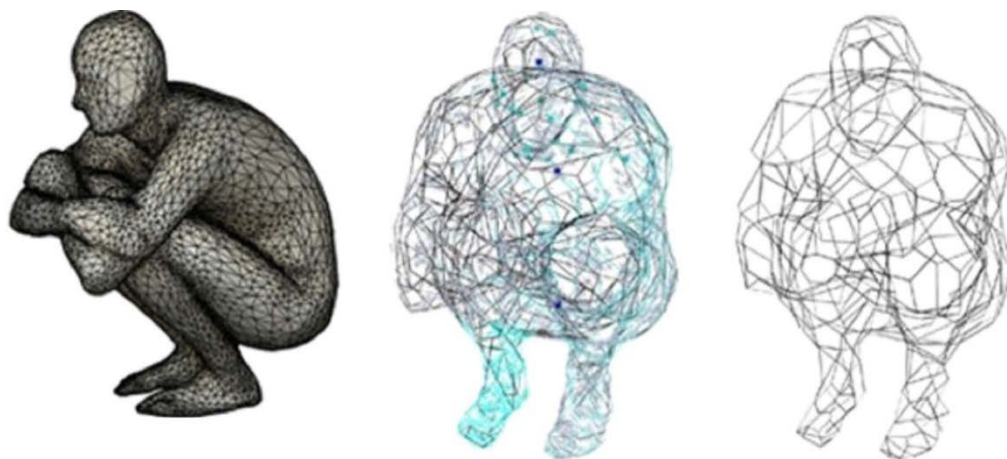


Obr. 22 **Antony Gormley**, *Anděl severu (Angel of the North)*, 1998 Gateshead, Anglie

Socha *Exposure* je 25 metrů vysoká, 6 tun těžká socha skrčené postavy, která byla představena v Nizozemí. Je to jeho nejvyšší socha. Tato socha se výrazně odlišuje od jeho dosavadní tvorby, kdy autor většinou pracoval s uzavřeným povrchem svých soch. V tomto případě vytvořil prostorovou lineární sochu vytvořenou pomocí matic. Tato socha je vyrobena z pěti tisíců jednotlivých prvků, které jsou sestaveny bez ortogonální stavební logiky. Gormley při tvorbě tohoto technicky náročného díla spolupracoval s digitálními středisky designu a výzkumu na univerzitě v Cambridge.

Metoda, kterou Gormley při realizování těchto soch použil, je metoda *Body scan*. Nejedná se však o *body scan* v jeho pravém smyslu slova, tj. skenování reálného těla, který se většinou používá ve filmovém a herním průmyslu, ale o skenování sádrových odlitků lidského těla. „Příkladem propojení skenu a sochařské práce je slavné dílo *Anděl severu*. Sádrový odlitek těla autora byl naskenovaný na univerzitě v New Castlu, Geomatic Department, zde se také

vymodelovala přesná virtuální podoba budoucího anděla. Číselné koordináty tohoto modelu byly použity pro vyřezání žeber strojem řízeným počítačem, o což se postarala společnost Teside Profilers. Připravené profily byly dodány společností Hartlepool Steel, která sochu realizovala.“⁴⁷



Obr. 23 **Antony Gormley**, Pracovní název - *Exposure (Body / Space / Frame)*



Obr. 24 **Antony Gormley**, *Exposure*, East Lothian, Velká Británie, 2010

⁴⁷ Srov. Kratochvíl, Petr. Socha v kontextu. *Fórum architektury & stavitelství*, 1998, roč. VI, č. 1, 30 s.

5.2 Brian Tolle

Autorem pohybujícím se na hranici mezi sochařstvím a architekturou, kterého je potřeba zmínit, je americký sochař Brian Tolle. Rád bych se zastavil u jeho dvou realizací ve veřejném prostoru. V díle s názvem *Odras*, Tolle využívá výtvarného prvku zrcadlení hladiny řeky na štítu domu. Toto zrcadlení zhmotnil plasticky pomocí kombinované techniky kov, dřevo a převážně polystyren. Povrch polystyrenu byl prostorově zpracován pomocí CNC frézy. Dojem zrcadlíci se hladiny je tímto silně umocněn, a to i ve chvílích, kdy se od hladiny světlo neodráží. Další podobnou optickou hříčkou tohoto autora je realizace sestavená několika květináčů umístěných na soklech. Tento projekt je výstižně pojmenován *Kvůli jemnému větru se pohybuje*. Jedná se o klasické klasicistní květináče stojící na kamenných soklech, avšak stejně jako v případě *Odrasu* i zde dochází k deformaci tvaru. Všechny podstavce a květináče jsou jakoby prohnuté vlivem větru a divák, který sleduje řady těchto soch, pocitově zažívá foukání větru.



Obr. 25 **Brian Tolle**, *Over the Edges*, Gent, Belgie, 2000

Obr. 26 **Brian Tolle**, *Kvůli jemnému větru se pohybuje* (*For the gentle wind doth move Silently*), Cleveland, USA, 2004

5.3 Joshua Harker

Práci Joshui Harkera (*1970) lze charakterizovat jako činnost průkopníka a vizionáře v 3D tištěném sochařství. Jeho dlouholetá snaha o dosažení nejzazší konstrukční a výrobní možnosti mohla být dosažena až po nalezení technologických řešení a specifikacích spojených s technologií 3D tisku. Harker nejlépe prezentoval svoji snahu o prolomení konstrukčních a výrobních hranic možností sérií s názvem „Unmakeable“. Josh Harker o svém umění řekl: „je to posouvání hranic formy. Je to zkoumání hranic toho, co lze a jak toho dosáhnout. Včleňovat digitální programy, software a technologii do své práce je pro mě naprostou nezbytností. Cítím se nucen dělat umění, humanizovat nelidské.

Typické pro činnost Joshui Harkera je i propojování klasických technologií, tj. objektů litých z bronzu, a právě moderních technologií, s jejich možnostmi Harker pracuje. Typické pro Harkera je extrémní probírání hmoty s krajkovou texturou, vytvářející objem. Velice častým tématem v jeho tvorbě je motiv lebky. Mezinárodní přehlídka s názvem PrintShow si zvolila ke své grafické prezentaci právě jednu z Harkerových lebek.



Obr. 27 **Joshua Harker**, *A Gold Knot*



Obr. 28 **Joshua Harker**, *Crania Anatomica Filigre*, 2011

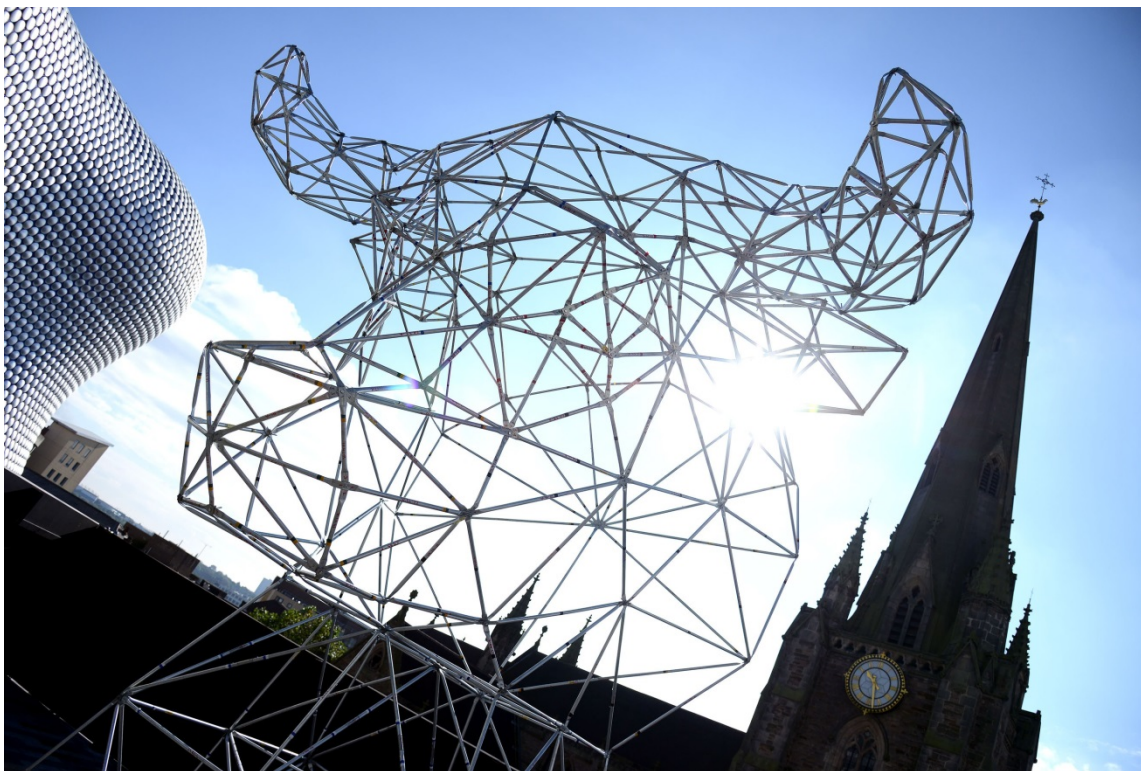
Harkerova největší realizace ve veřejném prostoru – Taurus Geodesica (též Disco Bull) je obrovská býčí hlava, která byla prezentována v britském Burninghamu jako doprovodná akce v době od 26.9.2015 do 10.8.2015.



Obr. 29 **Joshua Harker**, *Taurus Geodesica*, Birmingham, UK 5m výška, 2015

Tento projekt byl realizován v samém centru města na Bull Ring, a jak název díla napovídá byl vytvořen speciálně pro tento prostor. Projekt Taurus Geodesica fungoval jako doprovodná akce k mistrovství světa v Rugby 2015, díky tomu shlédlo tuto sochařskou show během dvou týdnů více než 2 milióny lidí. Přesto, že se Harker zaměřuje převážně na drobnější objekty a realizace menších objektů, jejichž realizace se pohybuje na okraji možnost výrobní technologie, v tomto případě se jedná o poměrně jednoduchou samonosnou konstrukci, která může sloužit samostatně jako sochařský objekt, ale hlavní význam tohoto díla tkví ve spojení s technologií videomappingu, která tomuto dílu, jak sám autor uvádí, dodává „čtvrtý rozměr“.⁴⁸

⁴⁸ Joshua Harker: *Taurus Geodesica* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.joshharker.com/blog/?page_id=4503



Obr. 30 **Joshua Harker**, *Taurus Geodesica*, konstrukce

Toto dílo získalo na přesvědčivosti a výtvarné síle i usazením do městského prostředí, kde jako kulisy na pozadí světelné show stála budova anglikánského kostela Svatého Martina na straně jedné a na straně druhé obchodní dům od Future Systems Jana Kaplického a Amandy Levete.⁴⁹

Setkání těchto dvou principů, moderního vizionářského a na druhé straně klasického historizujícího, je vlastně pro Harkerovu tvorbu více než symbolické.

5.4 Richard Dupont

Jméno umělce Richarda Duponta (*1968) je spojeno převážně s New Yorkem, Jeho dílo zahrnuje sochy, kresby, instalace, obrazy i tisky a hlavním tématem jeho tvorby je lidské tělo. I přes tento tradiční sochařský motiv je pro něj 3D

⁴⁹ Galinsky: *Selfridges Birmingham by Future Systems* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.galinsky.com/buildings/selfridges/>

technologie zdrojem inspirace a dává mu příležitost k experimentování. Svoje sochy velice často převádí do grafické podoby, tiskne print screeny digitálních dat na plátno.



Obr. 31 **Richard Dupont**, *Untitled (#5)*, 2008



Obr. 32 **Richard Dupont**, *From \"Fourteen Variations\"*, 2006

Jeho nejvýraznějším projektem ve veřejném prostoru je socha s názvem *Mad* z roku 2014. I zde se nejedná o trvalé umístění, ale o přechodnou instalaci. Socha byla umístěna na Columbus Circle v New Yorku od 16.10.2013 – 6.7.2014. Tato 4,5 metru vysoká socha znázorňuje zdeformovanou autorovu hlavu. V případě této realizace je důležité zmínit pracovní postup. Autor nejprve optickým 3D scannerem naskenoval vlastní hlavu a podle získaných dat následně nechal vyfrézovat z tvrzeného polystyrenu model o velikosti jednoho metru. Na tento model nanesl latexovou směs, kterou následně z modelu sejmul a zavěsil do prostoru a která díky absenci polystyrenového jádra a díky gravitaci se zdeformovala a prověsila. Tento změněný tvar autor opět optickým skenerem naskenoval a znovu pomocí CNC frézy vyrobil z tvrzeného polystyrenu. Díky

velikosti objektu bylo nutné vytvořit hlavu z několika segmentů. Konečná podoba sochy byla realizována v litém hliníku.



Obr. 33 **Richard Dupont**, *Going Around by Passing Through*, 2013

5.5 Davide Quayola

Totoho italského autora (*1982) žijícího v Londýně⁵⁰ do své práce zařazují kvůli jeho projektu s názvem *Captives*, jímž skládá poctu nedokončené sérii Michelangela Buonarrotiho *Prigioni* (1513-1534).⁵¹

Projekt zkoumá napětí a rovnováhu mezi formou a hmotou umělých objektů a chaotickou formou přírody. V této sérii používá parametrické funkce generované

⁵⁰ SAS 2013: DAVIDE QUAYOLA [online]. [cit. 2015-12-11]. Dostupné z: <http://anim.usc.edu/sas2013/davide-quayola.html>

⁵¹ *Creativeapplications: Captives by @Quayola - CG Geological Formations as Life-Size 'Unfinished' Sculptures* [online]. [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.creativeapplications.net/featured/captives-cg-geological-formations-as-life-size-unfinished-sculptures/>

počítačem do krystalických útvarů, nekonečně se vyvíjejících a morfujících do klasických postav v životní velikosti.

V zásadě se jedná o převedení Michelangelova principu „non-finito“ (nedokončení) do současnosti, za použití moderní technologie. K morfování Quayola vyvíjí vlastní software, ale k zobrazování a drobným úpravám využívá i komerčních programů, jako je ZBrush. Výsledný objekt v závěru realizuje pomocí robotického ramene (CNC frézování).

„V každém bloku mramoru vidím sochu tak prostě, jako by stála přede mnou, tvar, postoj i akci. Mým úkolem je jen odsekát pryč drsný kámen, který uvěznil krásné zjevení a odhalit jej ostatním očím tak, jak to vidím já. Nejlepší umělec má sám o sobě tuto myšlenku, která je obsažena v mramoru pláště. Sochař může zlomit pouze kouzlo a uvolnit postavy spící v kameni. Skutečné umělecké dílo je ale stín božské dokonalosti.“ Michelangelo (1501)⁵²

5.6 Federico Díaz

Tento autor česko-argentinského původu, který v současné době vede ateliér supermédií na pražské Vysoké škole uměleckoprůmyslové. Tohoto autora charakterizoval Robert T. Buck, ředitel The Brooklyn Museum a Albright Knox Art Gallery, pojmem „vizuální aktivista“ Various authors, Federico Díaz EAREA, Resonance, Charta Art Books, 2009. Tento pojem Federico Díaz (*1971) přijal za svůj a zařazuje pod něj podstatnou část své práce.⁵³

⁵² *Creativeapplications: Captives by @Quayola - CG Geological Formations as Life-Size 'Unfinished' Sculptures* [online]. [cit. 2015-012-11]. Dostupné z: <http://www.creativeapplications.net/featured/captives-cg-geological-formations-as-life-size-unfinished-sculptures/>

⁵³ *Artlist - databáze současného umění: Federico Díaz* [online]. [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.artlist.cz/federico-diaz-1962/>

Pro Díazovu práci jsou typické prostředky jazyka algoritmicky generovaného umění. Zásadním projektem z hlediska 3D tisku je projekt *Sembion*, který vznikl v letech 2003-2004, jehož cílem bylo pomocí speciálního softwaru převést lidskou řeč do vizuální podoby. Tento program detekuje divákovu řeč a bez ohledu na význam ji analyzuje z hlediska syntax a konvencionalizované vazby a převádí jí do tvaru. Tímto způsobem tak vznikají skupiny metablobů, které jsou pomocí technologie Rapid Prototyping převedeny do reálného prostoru. Tento projekt vznikl ve spolupráci s vědeckovýzkumným centrem Akademie výtvarných umění v Praze a významným českým teoretikem umění Jiřím Ševčíkem. Projekt byl mimojiné prezentován na výstavě *Die Algorithmische Revolution* v ZKM Karlsruhe a v ICA v Londýně.⁵⁴



Obr. 34 **Federico Díaz**, *Sembion*, 2004

⁵⁴ *Artlist - databáze současného umění: Federico Díaz* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.artlist.cz/federico-diaz-1962/>

5.7 Michal Gabriel

Dalším z českých sochařů, který s nástupem 3D technologií pochopil šíři tvůrčích možností, který tvorba soch pomocí 3D technologií nabízí, je Michal Gabriel (*1960). Způsob jeho uvažování nevychází primárně z fascinace technikou, ale z možností, které tato technika sochaři umožňuje. Na FaVU v Brně, kde je Michal Gabriel profesorem vedoucím ateliér figurativního sochařství, inicioval v roce 2007 vznik 3D studia, které je vůbec prvním 3D studiem na umělecké škole v České republice a teprve druhým v Evropě.

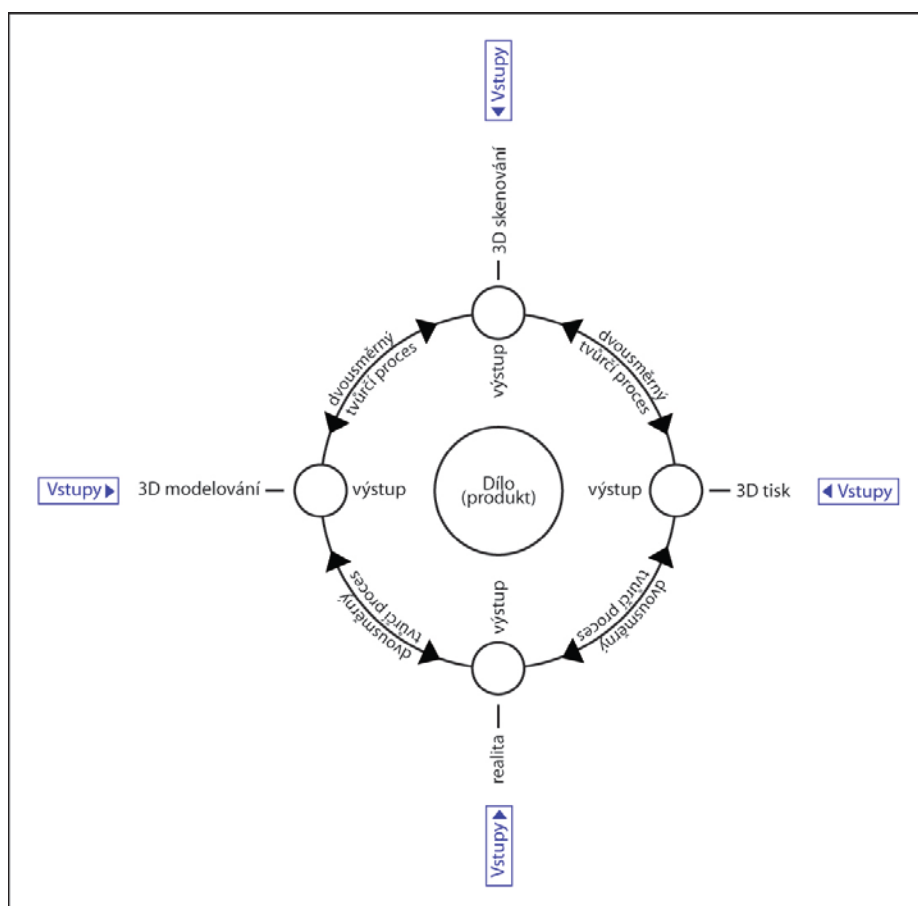
Michal Gabriel se s 3D technologiemi seznámil v době, kdy již byl renomovaným sochařem, který ve své tvorbě vždy vycházel z dokonale zvládnutého řemesla. Technologie Rapid Prototyping mu umožnily vydat se novým směrem, avšak při zachování výtvarného názoru jako doposud, avšak s posunem který s sebou nová technologie přináší. Jak sám autor říká: „Vytvořil jsem řadu soch, které by neměly vůbec žádnou šanci vzniknout, kdybych je chtěl realizovat klasickými sochařskými postupy. Vlastně bych o nich přestal uvažovat hned v zárodku, protože bych věděl, že jsou neuskutečnitelné.“

Jednou z prvních realizací, kde bylo výrazně použito 3D technologie, avšak pouze z hlediska návrhu, byl pomník Otto Wichterleho z roku 2006, stojícím před Makromolekulárním ústavem v Praze 6. V tomto případě autor navrhoval pomník přímo v počítačovém programu. Vzhledem k vizuální podobě fraktálově se dělícího stromu se jeví tento způsob navrhování jako zcela přirozený.



*Obr. 35 **Michal Gabriel**, Pomník profesora Otto Wichterle, Praha 6, 2006*

Gabriel je sochařem vycházejícím z klasických postupů, technologie Rapid Prototyping mu otevřela tvůrčí možnosti a to nejen z hlediska technologie, ale i kreativního přístupu k soše. Pro Gabriela jsou 3D tisk, 3D scan a CNC fréza pouze sofistikovanější sochařské nástroje. Způsob jeho práce s 3D technologiemi je naprosto intuitivní. Sám autor svůj princip uvažování o 3D technologiích v sochařství graficky znázornil do grafu s názvem sochařský kruh.



Obr. 36 **Michal Gabriel**, *Sochařský kruh*

Gabriel však nikdy neopustil klasický sochařský postup, protože jeho práce stále vychází z klasického zpracování materiálu rukodělnou činností. Takto vytvořenou sochu většinou následně převede pomocí 3D skeneru do virtuálního prostoru. V počítači se sochou dále pracuje. Jeho způsob práce spočívá ve vytvoření sochy tradiční cestou (dřevo, laminát atd.). Tuto sochu pak následně převede do virtuálního prostoru, kde s ní následně libovolně pracuje. Tento převod z reálného do virtuálního prostoru mu dává prostor k experimentu a velmi často se v jeho díle objevují prvky zrcadlení, různých deformací a změn měřítko.



Obr. 37 **Michal Gabriel**, *Zrození Venuše*, 2011

Typickým příkladem zrcadlení a změny měřítka je pomník Zikmunda Freuda, ve kterém Gabriel znázornil slavného psychoterapeuta sedícího za stolem, na kterém stojí zrcadlově převrácený zmenšený stůl, za kterým sedí zmenšená postava Zikmunda Freuda. Tento efekt postupného zmenšování a zrcadlového převrácení je pro sochaře nesmírně náročný, avšak díky technologii 3D tisku v součinnosti s 3D scanem bylo možné dosáhnout naprosto dokonalého výsledku.



Obr. 38 **Michal Gabriel**, Koupel, 2014



Obr. 39 **Michal Gabriel**, Freud, 2011

Socha Freuda byla původně určena do veřejného prostoru, pro Kozí plácek v Praze 1, nicméně k této realizaci po protestech tamních obyvatel nedošlo.

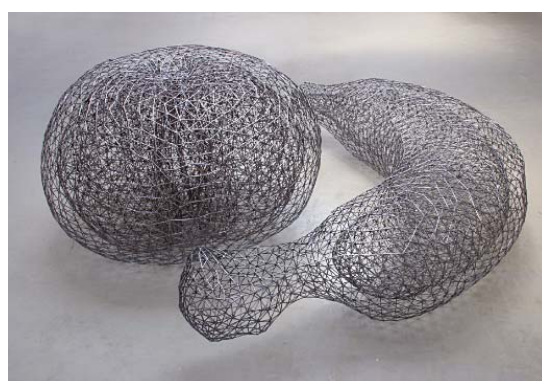
V roce 2011 byla umístěna v recepci bytového domu areálu River park v Bratislavě, avšak nikoli v původně zamýšleném materiálu, kterým byl bronz, ale pouze v laminátovém modelu 1:1.

5.8 Tomáš Medek

Dalším ze zakladatelů 3D studia na FaVU VUT je Tomáš Medek (*1969), který jako asistent Michala Gabriela v Brně vede studenty figurativního sochařství. Medek ve své tvorbě však figuru prakticky vůbec neakcentuje, jeho stěžejním tématem je struktura. Už od raných začátků vždy pracoval s tématem konstrukce, polygonální sítě a vzhledu do hmoty sochy. Medek se nejdříve vyučil modelářem a tento svůj řemeslný přístup v kombinaci s jeho precizností převádí i do jeho sochařské tvorby. Díky svojí zručnosti mohl realizovat svá řemeslně náročná díla, která by pro ostatní autory bylo téměř nemožné vytvořit. Často dochází k tomu, že lze velice těžko rozpoznat, která díla byla vytvořena rukou a která pomocí technologie.



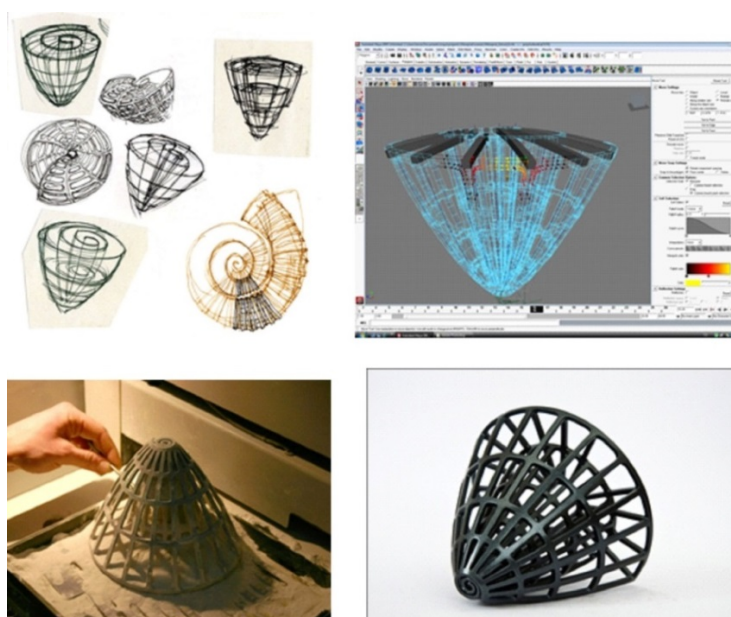
Obr. 40 **Tomáš Medek**, *Pollen IV*, 2009



Obr. 41 **Tomáš Medek**, *Banán*, 2004

Medek ve svých začátcích své tvorby pracoval převážně s motivem krychle, avšak v průběhu času se postupně od tohoto tématu osvobodil a začal se

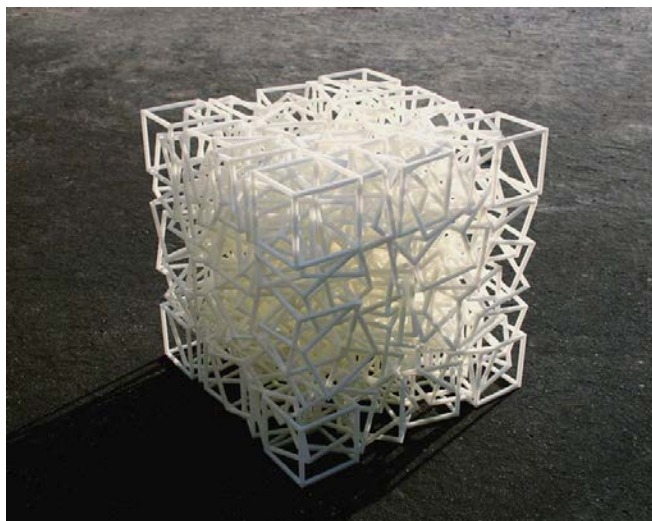
zabývat přírodními, převážně rostlinnými tématy. Stále se však drží svého strukturálního pojetí objektu a vytváří jakousi konstrukci tvaru.



Obr. 42 Ukázka pracovního postup práce Tomáše Medka od prvotní skici až po realizované dílo

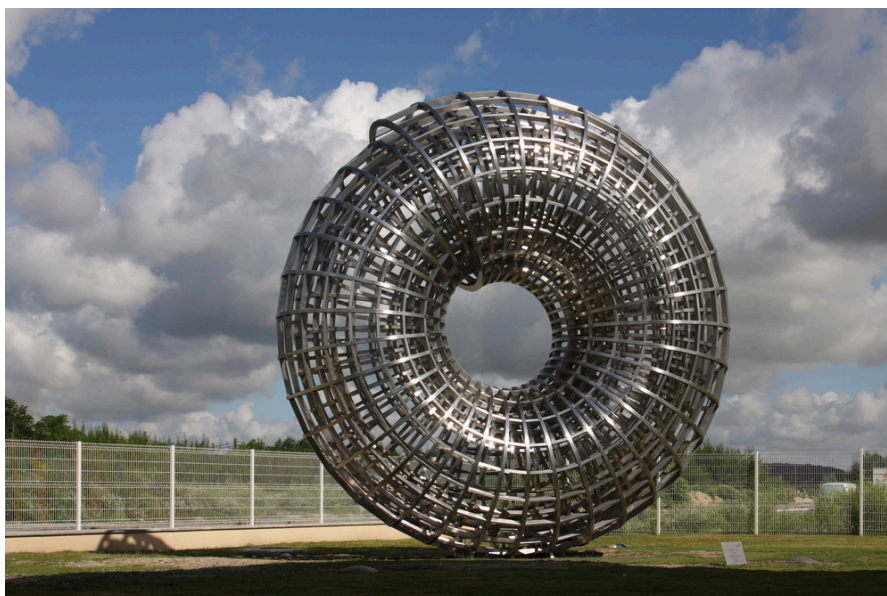
Je logické, že technologie Rapid Prototyping je pro Medka naprosto ideálním nástrojem, který mu pomohl posunout hranice tvůrčích možností ještě dál. Jak sám autor uvádí, pomocí počítače lze řešit míru detailů dříve nemyslitelnou. Dokladem takového mimořádného detailu je Medkova socha New Cube z roku 2006, kde autor do krychle 40x40 cm „vtlačil“ sedmdesát jedna krychlí. Tuto sochu realizovala firma MCAE, která však byla nucena kvůli technické náročnosti této sochy požádat amerického výrobce tiskáren, firmu Stratasys o úpravu programu Catalyst na generování tiskových podpor.⁵⁵

⁵⁵ Z rozhovoru s marketingovým ředitelem firmy MCAE, Danielelem Adamem.



Obr. 43 **Tomáš Medek**, *New Cube*

Do veřejného prostoru svoji tvorbou Tomáš Medek dosud vstoupil dvakrát. Poprvé v roce 2008, když zvítězil v mezinárodní soutěži „Art is Steel“, kdy zrealizoval sedm metrů vysoké dílo z nerezové oceli s názvem Uroboros. V tomto případě mu technologie usnadnila práci při navrhování, díky CAD programu (Maya) a následné realizaci modelu pro soutěž na 3D tiskárně. Nicméně tento způsob měl i svůj pozitivní dopad při samotné realizaci, kde se na základě počítačových dat vytvářely a kompletovaly jednotlivé segmenty.



Obr. 44 **Tomáš Medek**, *Uroboros*, Remeš, 2008

Druhou Medkovou realizací ve veřejném prostoru je pomník T. A. Edisonovi v Brně. I v tomto případě bylo použito modelovacího programu k navržení modelu, který byl následně realizován 3D tiskem, nicméně přesto, že se jedná o polygonální síť, Medek však polygonální strukturu nepřejal automaticky tak, jak ji generoval program, ale vytvářel si ji sám dle vlastní představy. Jak sám Medek uvádí, díky předtištěnému modelu bylo možné při realizaci mnohem snáze vyřešit otázku průniku jednotlivých žárovek.



Obr. 45 Tomáš Medek, Žárovky, 2010

Medek se ve své podstatě nenechává ovládat, nepoužívá generativních funkcí, ani nepodřizuje výslednou podobu technologii. Snaží se využívat technologie Rapid Prototyping pouze jako „nástroj“, sám o 3D technologii mluví jako o „solistikovanějším sochařském dlátě“.⁵⁶

V současné době už Medek realizuje objekty, které materializuje výhradně 3D tiskem po malých částech, díky omezení stavební komory tiskárny a tak jediná rukodělná činnost, která autorovi zůstává je kompletování díla a povrchová úprava.

⁵⁶ Z rozhovoru s Tomášem Medkem

5.9 Helena Lukášová

Dalším českým autorem, který při realizaci svých prací využívá moderních 3D technologií je Helena Lukášová (*1970). Tato autorka absolvovala Vysokou školu výtvarných umění v Bratislavě, obor sochařství v roce 1996. Následně vyučovala módní kresbu na střední škole textilní v Brně a současně vyučovala na JAMU studenty scénografie. Od roku 1998 do roku 2003 nejprve studovala a následně pracovala v Johnson Atelier – Technical Institute of Sculpture v New Jersey v USA, kde pracovala jako asistentka. V současné době pracuje na Masarykově univerzitě jako lektorka na fakultě informatiky na katedře počítačové grafiky a designu. Na Technical Institute of Sculpture v New Jersey v USA získala zkušenost s realizací soch pomocí CNC fréz.



Obr. 46 **Helena Lukášová**, *Moschoforosess*, 2013

Není bez zajímavosti, že tato autorka stejně jako Michal Gabriel a Tomáš Medek, která jako jedna z prvních zakomponovala do procesu tvorby svých děl 3D technologie, v současné době pracuje jako akademický pracovník v Brně.

Helena Lukášová zatím realizaci čistě ve veřejném prostoru nemá, nicméně celkem pochopitelně k tomuto cíli směřuje. Jedním z nejvýraznějších pokusů byl návrh do soutěže o sochu spravedlnosti před Nejvyšší správní soud v Brně.



*Obr. 47 **Helena Lukášová**, návrh sochy Spravedlnosti pro Moravské náměstí v Brně, model realizovaný na 3D tiskárně a vizualizace, 2008*

Autorka pracovala s kresbou spravedlnosti, tj. tradičně pojatou figurou s příslušnými atributy. U této kresby následně pomocí počítačového programu snížila rozlišení tak, aby se obraz rozpadl na shluk pixelů. Tonální intenzita jednotlivých pixelů definovala i prostorové zpracování hmoty, do které následně autorka obraz převáděla. Ve výsledku tak vznikla hmota, kdy se atributy a tělo

spravedlnosti stávají jednolitou hmotou. Lukášová se se svým návrhem umístila na pátém místě.

5.10 3D studio FaVU VUT v Brně



Obr. 48 Logo 3D studia

Jak již bylo uvedeno výše první 3D studio v české republice vytvořené na umělecké škole bylo 3D studio na FaVU. Hlavním iniciátorem tohoto projektu byl prof. Michal Gabriel, který nejenom, že dal studentům možnost využívat digitální technologie, ale využívání těchto technologií přímo implementoval do výuky. Je zajímavé, že se tak stalo v ateliéru Socha 1, reprezentující figurální sochařství, které až donedávna bylo spojené výhradně s tradičním sochařskými postupy.

„Digitální sochařství je cesta k novým tématům a formám. Zpřístupňuje svět tvarů v jejich přesnosti a rozmanitosti a dává prostor pro rychlé zhmotnění těch nejsložitějších tvarových kreací. Pomíjí krásu a sílu materiálů a nechává umělci k rozvíjení kreativity jen čistý tvar. Mění se i logika ustálených sochařských postupů. Sochy mohou vznikat bez závislosti na fyzikálních zákonech a možnostech materiálů, volba materiálu přichází třeba až v poslední fázi práce, kdy je socha tvarově již zcela dokončená. Velká socha může vzniknout proto, aby definitivní socha byla ve velikosti skici. Definitivně tvarově i rozměrově dokončená socha může měnit své rozměry, být zrcadlově převrácená i všemožně jinak objemově i povrchově upravována. Díky 3D skenování může vlastní sochařská práce začínat u realisticky přesného modelu. Nástrojem k sochařskému opracování digitální sochy se stává úprava jejího zápisu. Otevírá

se obrovský prostor neprozkoumaného světa tvarů. Díky 3D technologiím do něj můžeme nejen vstupovat, ale také z něj vynášet a realizovat vize a představy, které v tomto světě oproštěném od hmoty a materiálů vznikly. Nedokážu odhadnout, kde a jak to skončí, ale jsem rád, že to začalo.“⁵⁷ –

Od založení 3D studia FaVU v roce 2007 mělo možnost seznámit se s možnostmi technologie Rapid prototyping mnoho studentů. V současné době lze již u některých poukázat na zjevnou tvůrčí orientaci na 3D technologie. U některých studentů lze již v současnosti hovořit o značném úspěchu díky vítězství v mezinárodních soutěžích nebo účasti na významných mezinárodních výstavách. Několik mladých autorů, kteří získaly odbornou přípravu v 3D studiu FaVU představují i s ohledem na jejich rozdílné tvůrčí přístupy.

Dušan Váňa (*1982) je již absolventem FaVU VUT v Brně, kde v současné době pracuje na pozici technického asistenta v ateliéru Socha 1. Zároveň na FaVU studuje doktorandský studijní program. U tohoto autora lze vysledovat zájem o kinetické umění a jistou fascinací mechanického skládání a zasouvání objektů do sebe. Díky této základní premise tvorby se práce s technologií Rapid Prototyping stala pro Dušana Váňu zcela přirozenou. Společně se svou spolužačkou a partnerkou Monikou Horčicovou se účastnil mezinárodní přehlídky Print Show 2014 v New Yorku s projektem Rubikova kost.

⁵⁷ Sborník výstav Digital Exchange II, 978-80-214-5300-5



Obr. 49 **Dušan Váňa, Monika Horčicová, Rubikova kost, 2013**

Monika Horčicová (*1988) ve svém díle nejvíce pracuje s makabrálními motivy. V jejím podání se jedná o jistou estetizaci lidské kostry, kdy seskládává často zcela bez logiky lidské kosti k sobě a vytváří z nich nové geometrické objekty. Jak bylo již zmíněno výše, účastnila se v roce 2014 spolu s Dušanem Váňou mezinárodní výstavy Print Show v New Yorku, zaměřenou na možnosti využití 3D tiskáren. Této výstavy se však účastnila i o rok dříve v Londýně. Další její zahraniční zkušeností byla pro Moniku účast na výstavě mezinárodního studentského projektu Digital Exchange v roce 2014.



Obr. 50 **Monika Horčicová, K3, 2011**

Obr. 51 **Monika Horčicová, Kolo života, 2012**

Obr. 52 **Monika Horčicová, Memento Mori, 2013**

Na příkladu **Adama Krhánka** (*1984) lze ukázat i aspekt uplatnitelnosti studentů FaVU na pracovním trhu. Adam Krhánek se technologií Rapid Prototyping zabýval už během studia a realizoval několik svých prací za pomoci 3D tisku a 3D scanu. Tato zkušenost mu pomohla při získání pracovního uplatnění ve firmě MKey, kde v současné době stále pracuje a realizuje svoje výtvarné projekty pod záštitou firmy.



Obr. 53 **Adam Krhánek**, *Touch 1*

Markéta Schiffnederová (*1990) vytvořila sérii soch, ve kterých se nechala inspirovat muchlážemi od Jiřího Koláře a Ladislava Nováka. Základním motivem její tvorby je hravost a představivost. Markéta Schiffnederová realizuje svoje práce nejprve v papíru, kdy deformuje papír do příslušného tvaru a následně jej pomocí 3D skeneru převede do paměti počítače, kde má možnost svoje dílo korigovat a posléze pomocí 3D tiskárny vytisknout v sádrovém kompozitu. Nemalou roli hraje i volba barvy, která v samém závěru dává autorce možnost významového i estetického posunu. Markéta získala hlavní cenu v soutěži Art Limited 2015, kde bylo oceněno dílo vytvořené právě tímto způsobem, s názvem Králíček.



Obr. 54 **Markéta Schiffnederová**, *Medvídek*, 2015



Obr. 55 **Markéta Schiffnederová**, *Zajíček*, 3D tisk, 2015

Dalším autorem, vycházejícím z ateliéru Michala Gabriela, který využívá možnosti 3D studia na FaVU VUT v Brně, je **Tomáš Pavlacký** (*1987). Tento mladý autor, v současnosti student prvního ročníku magisterského studijního programu se zabývá principem *konstruktivní dekonstrukce*, což vysvětluje tak, že

běžný umělecký předmět - často žánrového námětu, převádí změnou vizuální a významové podoby. Vznikají tak jakési *digitální kamufláže* znázorňující sice původní artefakt s novým výtvarným posunem, takže ve výsledku je před diváka předložen objekt zcela nový. Technický postup spočívá v naskenování již existujícího objektu a následně pomocí upraveného hexadecimálního kódu pomocí jevu známého jako Glitch. Takto upravená data autor materializuje pomocí 3D tiskárny.



Obr. 56 **Tomáš Pavlacký**, *Srnc se srnou*, 2015

6 Výstavní projekty

Vstup 3D technologií, zejména 3D tisku, do výuky je přirozeným trendem, který probíhá v současné době jak na vysokých, tak i středních školách výtvarného zaměření. Prakticky u veškerých prostorových oborů v posledních letech dochází k pořízování 3D tiskáren a následnému začleňování používání těchto strojů ve výuce. Jak je zmíněno výše, prvním centrem na umělecké škole v ČR zabývajícím se implementací 3D technologií do výuky bylo 3D Studio na FaVU VUT v Brně.

Využívání tohoto studia je v současné době již pevně zakomponováno do výuky studentů. Toto zakomponování do výuky vychází z přesvědčení Michala Gabriela, že 3D technologie se staly pevnou součástí sochařské praxe, schopností a dovedností, které by student sochařství měl ovládat.

Tento posun ve výuce sochařství vyústil v několik zajímavých výstavních projektů, které pomáhají zvýšit zájem tento nový přístup k umělecké tvorbě. Pravděpodobně za nejvýznamnější výstavní projekt lze považovat výstavy s názvem Digital Exchange a Digital Exchange II. Tyto výstavy vznikly díky spolupráci FaVU VUT se School of Visual Arts z New Yorku. První kontakt mezi brněnskou a newyorskou školou se uskutečnil v roce 2013 v průběhu návštěvy pedagogů a umělců z SVA New York na FaVU VUT v Brně.

Projekt Digital Exchange proběhl formou výstavy v brněnské galerii U dobrého pastýře v březnu a dubnu 2014. Druhý ročník tohoto projektu s názvem Digital Exchange II se konal v termínu 3.-9.10.2015 v Topičově salonu v Praze. Výstava prezentovala díla, vytvořená na základě spolupráce těchto dvou škol. Sesterská výstava tohoto projektu s názvem Hi Rez/Lo Rez proběhla 26.9.-17.10.2015 v prostorách SVA Flatiron Gallery v New Yorku.

„Obě školy si dvakrát v digitální podobě vyměnily studentské práce a následně za použití 3D tiskárny materializovaly a vystavily. Tímto jedinečným způsobem byly uspořádány dvě výstavy prezentující naprosto identická díla, čehož by v současné době nebylo možné žádným jiným způsobem dosáhnout. Jedná se o práce menších rozměrů, jejichž velikost odpovídá vždy možnostem daných velikostí stavební komory tiskáren. Ze stejného důvodu nejsou sochy opatřeny druhotnou povrchovou úpravou, takže je divák konfrontován s „hrubým“ výstupem z 3D tiskárny, který již neprošel žádným autorským zásahem.“⁵⁸



Obr. 57 Digital Exchange II, Topičův salon, Praha, 2015



Obr. 58 Digital Exchange II, SVA Flatiron Gallery, New York, 2015

⁵⁸ Sborník výstav Digital Exchange II, 978-80-214-5300-5

Další, neméně zajímavou výstavou je výstava Katolické teologické fakulty UK v Praze s názvem Crash Test. Cílem této výstavy je propojení jednotlivců a institucí ke vzájemné realizaci společného projektu. Tento přístup klade velké nároky především na studenty a to jak v odborných dovednostech, redakční práci, instalování výstavy, ale i zvládnutí managerských úkolů. Výstava z roku 2015 nesla název Crash Test 5 s podtitulem Transmise. Tento projekt byl zaměřen na 3D tisk, prezentoval jak sochařská díla studentů, absolventů, ale i pedagogů ateliéru sochařství z FaVU VUT v Brně.

Z výše uvedených výstav je patrné, že možnosti digitálního sochařství nespočívají jen v samotném technickém progresu (postupu), ale že poměrně výrazným způsobem mění pozici sochaře ve společnosti. Digitální sochařství umožňuje umělci větší míru komunikace mimo hranice svého oboru a dokonce umožňuje i propojení s vnějším světem na mezinárodní úrovni. Autor digitálních soch tak není uzavřen pouze ve svém ateliéru, ale má možnost při své tvorbě a reagovat na aktuální dění ve světě.

7 Přesahy

Vzhledem k tomu, že počítačová technologie Rapid Prototyping vstoupila do velkého množství oblastí lidského života, vzniká mnoho výstupů s uměleckým dopadem a to i přesto, že se mnohdy jedná primárně o technický projekt. V této kapitole jsem se pokusil představit pár stěžejních projektů, které v sobě nesou potenciál s uměleckým přesahem, které se však v současné době nemusí vztahovat k prezentaci ve veřejném prostoru. Často však tyto technologické cesty můžou mít do budoucna pro veřejný prostor zásadní dopad.

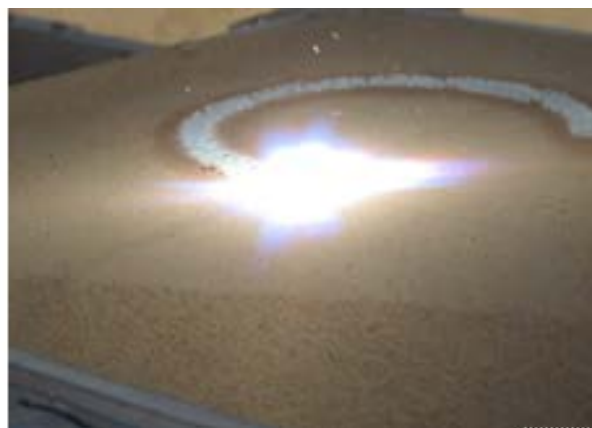
7.1 Solar Printer

Technologie 3D tisku i přes její jasné postavení ve světě průmyslu, ale i umění stále nabízí prostor k hledání a objevování nových cest. Takovýmto příkladem je i projekt SolarSinterProject autora Markuse Kaysera. **Markus Kayser** (*1983 v Hannoveru) studoval nábytek a produktový design v London Metropolitan University a pokračoval studiem na Royal College of Art jako produktový designér. SolarSinterProject je typickým výstupem pro tohoto mladého autora, který ve svých pracích zabývá materiálovostí a zároveň novými technologiemi a usiluje o určité hybridní propojení těchto principů. V projektu SolarSinterProject realizuje drobnější umělecké předměty pomocí 3D tiskárny poháněné slunečním svitem za pomoci fotovoltických konektorů. Tato tiskárna zpracovává pouštní písek, který je spojován soustředěným slunečním paprskem. *„SolarSinter si klade za cíl vyvolat otázky o budoucnosti výroby a usiluje o plné využití produkčního potenciálu na světě, nejvíce efektivního zdroje na světě – Slunce.*

Cílem tohoto projektu není definitivní odpověď. Tento experiment poskytuje východisko pro nové myšlení.⁵⁹



Obr. 59 Marcus Kaiser, SolarSinterProject



Obr. 60 Proces tisku a finální produkt SolarSinterProject

⁵⁹ Marcus Kayser: About [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.markuskayser.com/cv/>

Tomuto projektu předcházela SunCutter, který rovněž využíval sluneční světlo k přímé výrobě různých předmětů. Konkrétně slunečních brýlí. Tento stroj však není řízen počítačem, jedná se o řezací frézu, pracující podle šablony, pohybující se po osách X,Y pomocí vačkového systému. Sluneční paprsek je soustředěn kulovou čočkou, která je schopna řezat až 0,4 mm tlustou překližku. V pracích Markuse Kaysera hraje experiment vždy ústřední roli, nicméně své experimentování vždy pojímá s jistým humorem a ve videa zaznamenávající Kayserovy projekty hraničí až se svébytnou performancí. V současné době pracuje Marcus Kayser jako výzkumný asistent na MIT Lab (Cambridge, USA), kde se zaměřuje na vztah digitálních technologií a životního prostředí. Jeho cílem je posun designového myšlení v tomto kontextu.⁶⁰

7.2 3D tisk ve stavebnictví

3D technologie se v posledních letech stala součástí nejenom procesu navrhování, ale vstoupila i do realizační fáze samotné stavby.

Díky nespornému potenciálu 3D tisku ve stavebnictví, kde se dlouhou dobu spekulovalo o možnosti realizování celých domů pomocí této technologie a zároveň se spustily jakési závody mezi jednotlivými firmami o to, kdo dřív jako první zrealizuje celou stavbu pomocí 3D tisku. Jedním z adeptů bylo holandské studio DUS.

Toto studio se rozhodlo vytvořit první budovu za pomoci 3D tisku, která by sloužila k vystavování a výzkumu 3D technologií. Tato stavba má být realizována po jednotlivých místnostech, z nichž několik je již zrealizováno. Každá z těchto místností má za účel seznámit diváka s různými technologiemi a materiály používanými v technologiích 3D tisku. Výstavba této jedinečné budovy bude

⁶⁰ *Marcus Kayser: About* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.markuskayser.com/cv/>

zároveň atrakcí pro všechny návštěvníky a kolemjdoucí. Tiskne se totiž přímo na místě.

Kvůli náročnosti tohoto úkolu společnost DUS Architects musela vyvinout speciální 3D tiskárnu Kamermarker, vycházející z tiskárny Ultimaker, avšak několikanásobně zvětšenou. „Tato tiskárna je schopná vytisknout kompletní interiér s půdorysem 2x2 m a výškou 3,5 m. Používá biodegradovatelné plasty (PLA), které mají původ v kukuřičném škrobu.“⁶¹

Zatímco architektonické firmy soutěžily se svými návrhy pro 3D tištěný dům, jedna společnost (WinSun) v Číně v tichosti již na tomto projektu pracovala a v březnu 2014 představila 10 domů vytvořených 3D tiskem. Tyto domy byly realizovány za použití průmyslového odpadu.

7.2.1 Winsun

Za opravdu první budovy zrealizované 3D tiskem lze považovat soubor deseti domů v čínské ŠangHaji. Za realizací těchto domů stojí čínská firma Winsun, která tyto domy slavnostně odhalila 29.3.2014 a to pouhých 10 měsíců od počátečního projektu. K realizaci těchto domů bylo použito dosud největší tiskárny na světě, která umožňuje pracovat se stavební komorou o rozměrech 6m výšky, 10m šířky a 150 m (!) délky. Domy, které tato firma zrealizovala, však nejsou tištěny najednou, ale jsou sestaveny z tištěných panelů, které se smontují až na místě.⁶²

⁶¹ *DesignMagazin: V Amsterdamu staví první 3D tištěný dům na světě* [online]. [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: <http://www.designmagazin.cz/architektura/41005-v-amsterdamu-stavi-prvni-3d-tisteny-dum-na-svete.html>

⁶² *MecSoft: What is 3D Printing & How Does 3D Printing Work?* [online]. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://mecsoft.com/3d-printing-explained/>



*Obr. 61 **WinSun**, Kompletace domu a finální stavba*

Směs, která je k tištění těchto budov používaná obsahuje vedle speciálních přísad směs skelných vláken, oceli, cementu a recyklovaného stavebního odpadu. Díky tomu se snižuje ekologická zátěž a zvyšuje bezpečnost práce pro stavební dělníky. Firma uvádí, že technologií 3D tisku lze ušetřit 30-60% stavebních materiálů a doba realizace stavby je zkrácena o 50-70% času, oproti běžnému postupu. Nezanedbatelná je i úspora finanční, která se pohybuje mezi 50-80%. Z těchto údajů je zřejmé, že technologie 3D tisku ve stavebnictví v sobě skrývá obrovský potenciál. S ohledem na zásadní proměnu obrazu staveniště jako hlučného a prašného místa, 3D tisk tyto nepříjemné aspekty stavby značně eliminuje. Tento pracovní postup umožňuje vytištění stavby v přepravitelných segmentech a její následné sestavení až na konkrétním požadovaném místě. Takovýto dům již firma Winsun vytvořila během jednoho dne, na objednávku egyptské vlády.



*Obr. 62 **WinSun**, Ukázka pokládání vrstev*

Firma Winsun rovněž seznámila veřejnost se záměrem postavit v pouštích továrny, které by k realizaci 3D tištěných domů jako hlavní složku používaly pouštní písek a využívali solární energii. Na tomto oznámení se lze domyslet, že tato firma vzala „inspiraci“ u Marcuse Kaysera, který tuto myšlenku představil již v roce 2011.

Tato čínská firma rovněž postavila nejvyšší tištěnou budovu vysokou pět pater. Plány této firmy do budoucna jsou opravdu velkolepé. V současné době má za cíl tímto způsobem stavět tovární haly i mostní konstrukce. To je v tuto chvíli zatím velmi odvážné tvrzení, ale vzhledem k progresivnosti této teorie se dá očekávat, že 3D tisk v horizontu desetiletí bude schopen zvládat i náročnější technické stavby. Je však potřeba, aby spolu s technologií se vyvíjela i legislativa.



*Obr. 63 **WinSun**, Nejvyšší tištěná budova*

Zástupce firmy WinSun Ma Yi-On ve svém prohlášení uvádí, že domy splňují veškeré normy, nicméně spousta kritiků namítá, že je potřeba stavební zákon upravit a doplnit s ohledem na konkrétní technická specifika vyplývající z 3D tisku staveb.

7.3 Móda

Oblastí, kde digitální 3D technologie našla překvapivě široké uplatnění, je svět módního průmyslu. Nejedná se sice o umění ve veřejném prostoru v explicitním smyslu slova, nicméně pokud nenahlížíme na oděvní průmysl jako na odvětví, které pouze obléká člověka, ale jako na oblast umění, která umožňuje umělecky projeviti svoji osobnost, pak oblečení a doplňky vytvořené pomocí 3D tisku do oblasti 3D umění beze sporu patří. Výroba oblečení pomocí 3D tisku spadá pod

pojem „High Tech Fashion“, tedy do oblasti oděvního průmyslu, kde při realizaci oblečení hraje významnou roli technologie.

Názorným příkladem propojení umění v oděvním průmyslu a technologie je studio Nervous Systém, které se zabývá designem, využívajících parametrických funkcí. Kromě objektů jako šperky a různé bytové doplňky realizují i projekt s názvem Kinematic, ve kterém se zabývají konstrukčním systémem různých pohyblivých, plošných abstraktních kompozic, sestavených z tisíců malých segmentů. Tyto kompozice do sebe logicky zapadají a jsou schopny komprimování svého tvaru. Tento systém je příkladem vyvíjející oblasti 4D tisku, kde 3D tisk slouží k vytváření objektů, které mění tvar.⁶³

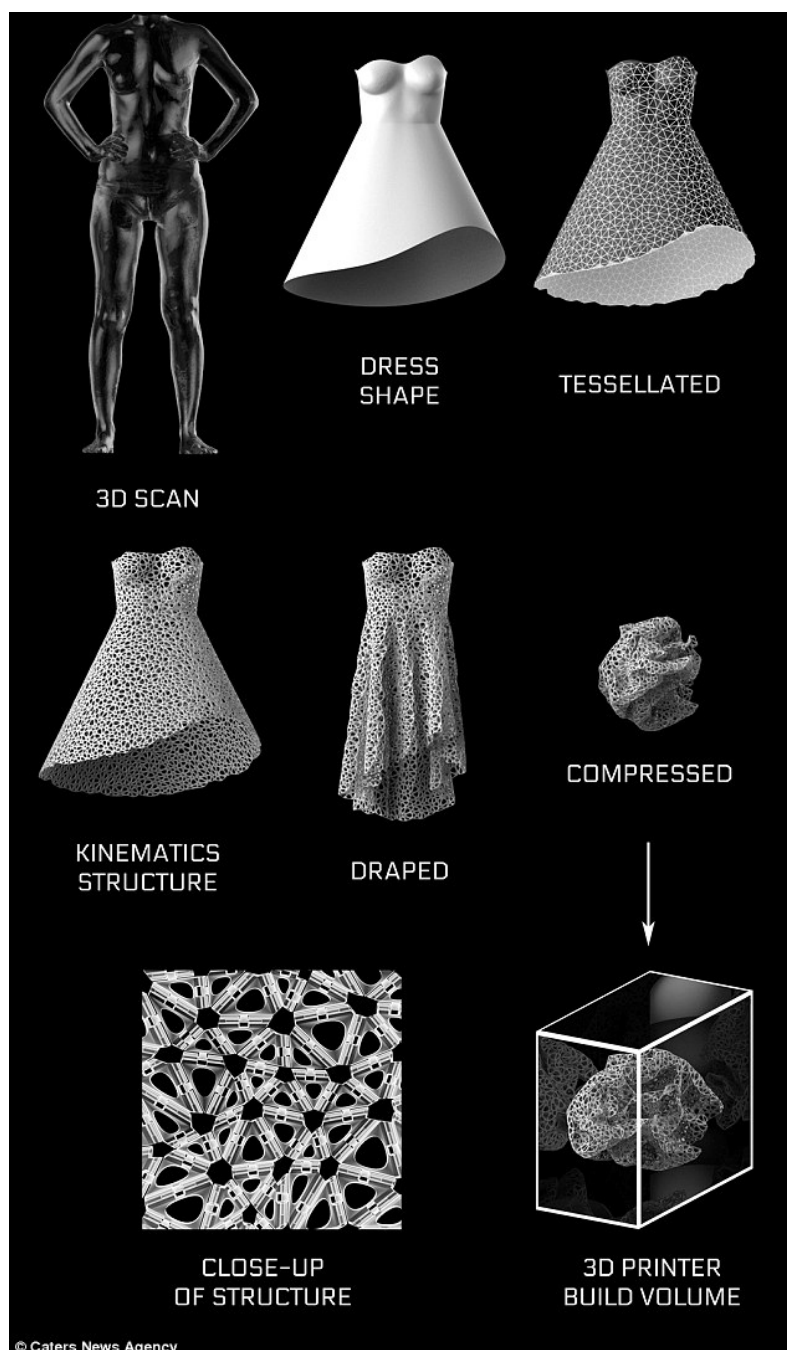


Obr. 64 Nervous Systém, Kinematic Dress

V rámci tohoto projektu vznikly i šaty s názvem Kinematics Dress, kde je využito možnosti komprimace tvaru šatů nejen k simulování vlastností textilu, ale

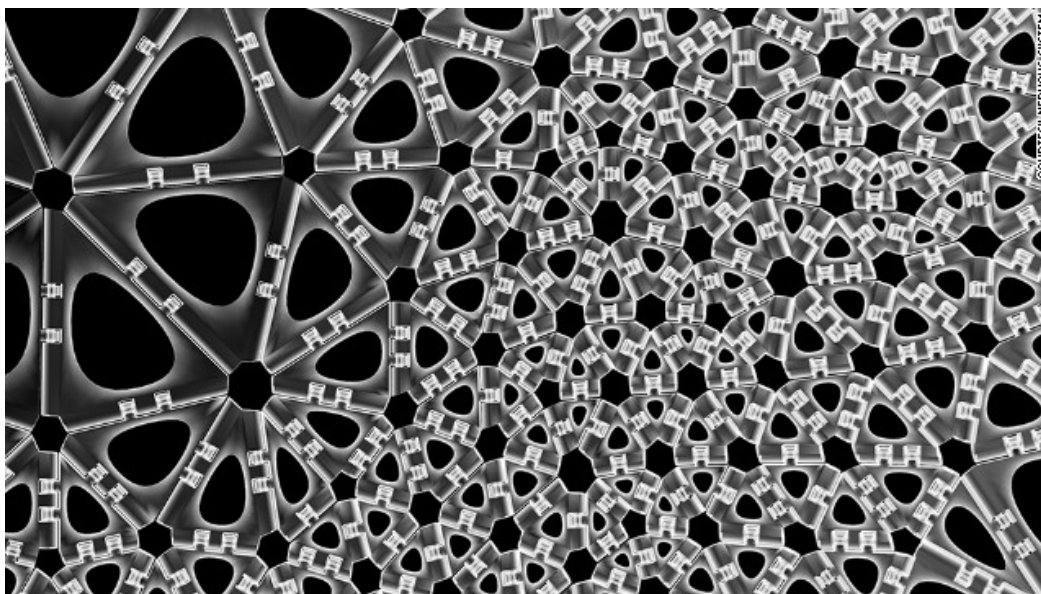
⁶³ KINEMATICS CONCEPT: Nervous System [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/albums/kinematics-concept/>

usnadňuje to i samotnou realizaci, protože samotný objem šatů je větší, než velikost stavební komory tiskárny, proto studio Nervous System vyvinulo vlastní software, který zkomprimuje šaty do objemu, který je 3D tiskárna schopna vytisknout v jednom kuse.



Obr. 65 **Nervous System**, Kinematic Dress, Proces realizace od skenování až po komprimaci do stavební komory

Dalším aspektem, při kterém hraje technologie při realizaci takových šatů významnou roli je skutečnost, že parametricky generovaná struktura těchto šatů je vytvořena podle těla člověka, který tyto šaty bude nosit. Tvar těla je získán pomocí 3D scanu. Jedná se tak o „šití“ na míru.



Obr. 66 **Nervous System**, Kinematic Dress, Rentgenový snímek struktury šatů

Podobným projektem jsou šaty od Michaela Schmidta⁶⁴ vytvořené pro modelku Dita von Teese. Jedná se o plně kloubové šaty, jejichž koncept vychází z Fibonacciho posloupnosti. I v tomto případě bylo využito možnosti 3D scanu k vytvoření šatů přímo modelce na tělo.

Jestliže hovoříme o progresivním způsobu navrhování za použití 3D technologie, je nutno zmínit i holandskou módní návrhářku Iris van Herpen⁶⁵, která ve své práci kombinuje jemné ruční techniky s digitální technologií a je jednou z nejprogresivnějších autorek, která se na technologii 3D tisku přímo specializuje. Pohybuje se tak mezi zručností a inovací technologií a materiálu. Jak sama říká: „Pro mě je móda výrazem umění, které je velmi blízko k mému tělu a ke mně samotné. Vidím to jako můj výraz identity v kombinaci s touhou a

⁶⁴ Michael Schmidt [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://www.michaelschmidtstudios.com/entertainment-wardrobing.html>

⁶⁵ <http://www.irisvanherpen.com>

nálad kulturního prostředí.“ Van Herpen ve své umělecké tvorbě vychází z přesvědčení, že forma může být nadřazena funkci, že může ovlivňovat pohyb a tím i emoce.“

Je patrné, že materiálové vlastnosti 3D tisku umožňují produkci většího množství jemných a pružných materiálů splňující přesně požadavky a potřeby konkrétní osoby. Stále častěji tak budeme svědky „výpadů“ technologie do světa módy. V současnosti se většinou jedná pouze o umělecké projekty ze světa showbusinessu, ale jak je možné vidět na projektu studia Nervous System, můžeme očekávat, že 3D technologie se stane pevnou součástí oděvního průmyslu.



Obr. 67 Iris van Herpen, Ukázka tvorby

V roce 2015 proběhla v Miláně přehlídka, které se účastnili světoví architekti, kteří byli vyzváni k vytvoření páru dámských bot výhradně pomocí 3D tisku. Záměrem tohoto projektu bylo vytvořit funkční boty, které však nemusí nutně sloužit ke každodennímu nošení, vytvořit koncept bot jako uměleckého díla.

Při výrobě těchto bot bylo využíváno nejnovějších materiálů, v kombinacích několika druhů s různými vlastnostmi – podrážky z pevného nylonu, svršky z termoplastického polyuretanu, který je měkčí a pružnější. I v případě výroby obuvi bylo použito 3D skenu k získání přesného rozměru nohy.



Obr. 68 **Ben van Berkel**, UNX2

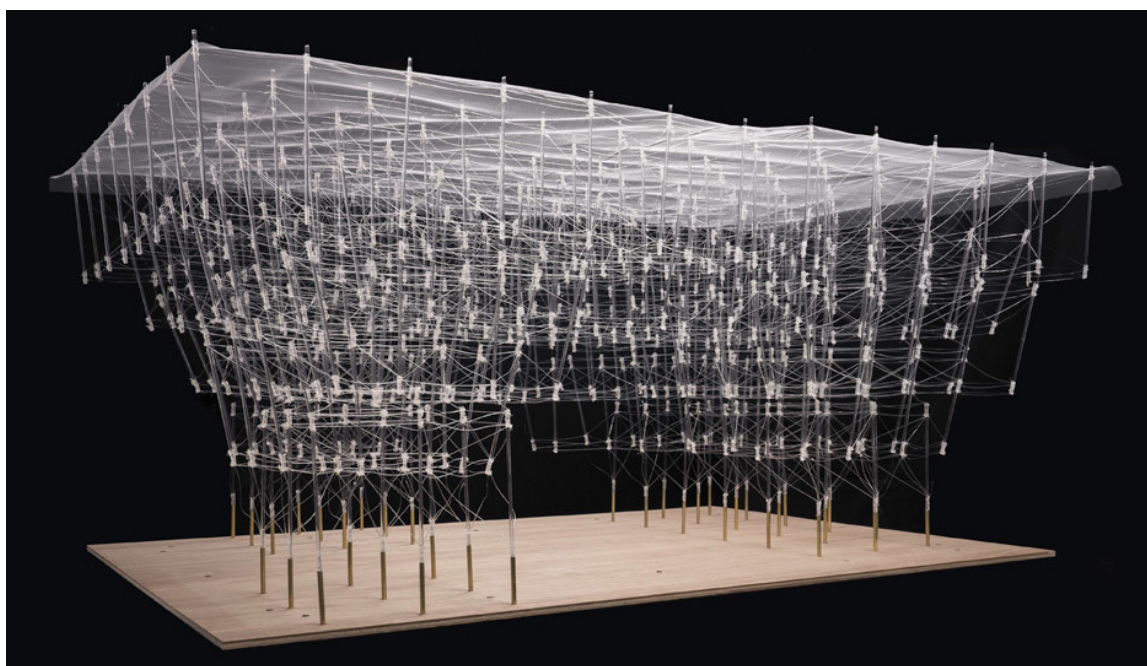
Obr. 69 **Zaha Hadid**, Flames

Na poli vývoje obuvi se 3D tisk postupně propracovává i do průmyslového využití. Zajímavým příkladem může být projekt novozélandského designéra Earla Stewarta⁶⁶ s názvem XYZ Bota. Technologie 3D tisku získává i své pevné místo při navrhování sportovní obuvi velkých značek, jako je Adidas a Nike a to nejen ve fázi navrhování, ale i při samotné realizaci boty.

⁶⁶ 3D Print Fashion: 3D Printed XYZ Shoes by Earl Stewart [online]. [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: <http://fashionlab.3ds.com/3d-printed-xyz-shoes-by-earl-stewart/>

7.4 3D pero

Velmi zajímavým výtvarným počinem je projekt z roku 2016, který vznikl na půdě Univerzity of Tokyo, pod vedením architekta Kengo Kumi s názvem 3D Pen Structures. Studenti vytvořili konstrukci pomocí 3D pera. Dosud největší takto vytvořená struktura je „malý pavilon“, vystavený v Ozone Gallery v severozápadním Tokyu.



Obr. 70 3D **Pen Structures**, 2016

3D pero je v podstatě nástroj určený k zábavě a rozvoji kreativity dětí, případně jako nástroj na drobné modelářské úpravy. Po technické stránce lze 3D pero popsat jako tavicí hlavu z 3D tiskárny, která se drží v ruce a se kterou lze volně kreslit v prostoru. V tomto případě nelze mluvit o Rapid Prototyping, protože tavicí hlavu vede lidská ruka, nikoliv rameno počítače a veškeré vytvořené linie jsou přímo dílem umělce. Jedná se tak o zvláštní situaci, kdy technologie paradoxně podporuje rukodělnou práci.

„Technologie se tradičně používá, aby automatizací nahradila lidskou práci. Problém tohoto přístupu je, že nevyužívá lidské intuice během výroby. Věříme, že náš přístup může překlenout současné rozdělení ruční a strojové výroby.“
Člen teamu Kevin Clement, pro časopis Dezeen.⁶⁷

Studenti Tokijské univerzity nazývají svůj projekt jako velkoformátové „handdrawn struktury“,⁶⁸ které jsou vyrobeny ručně z akrylových tyčí, na které je nanášeno ručně termoplastické vlákno. Vzhledem k teplotě pera spolu akrylátové tyče a plastové vlákno vytváří okamžitě pevné spojení a mohou být použity k vytvoření velkých struktur, nabízející vynikající stabilitu.



Obr. 71 3D Pen Structures, Ukázka práce s 3D perem a detail takto vytvořené struktury

⁶⁷ 3D Printing: Tokyo University Students Use Custom 3D Printing Pen to “Draw” Large 3D Structures. <https://3dprint.com/>[online]. [cit. 2016-01-25]. Dostupné z: <http://3dprint.com/121439/tokyo-u-3d-pen-structures/>

⁶⁸ Ibidem

V současné době již existují velké portálové 3D tiskárny, využívané zejména ve stavebnictví, které však nejsou schopny vytvářet dostatečně jemné struktury. Jemných struktur jsou schopny komorové tiskárny, avšak takovýto tisk je omezen velikostí stavební komory. Koncept projektu 3D Pen Structures vychází z myšlenky uvažovat mimo stavební komoru a vytvářet tak velké a přesto jemné struktury. Kromě velikosti je další nespornou výhodou možnost okamžitého, intuitivního zásahu autora v průběhu procesu výroby.

Takto vytvořené konstrukce jsou určeny pouze jako dočasné instalace a jejich životnost trvá asi devět měsíců. Nicméně životnost se dá prodloužit posílením o další vlákna, která by pomohla vyztužit slabá konstrukční místa.

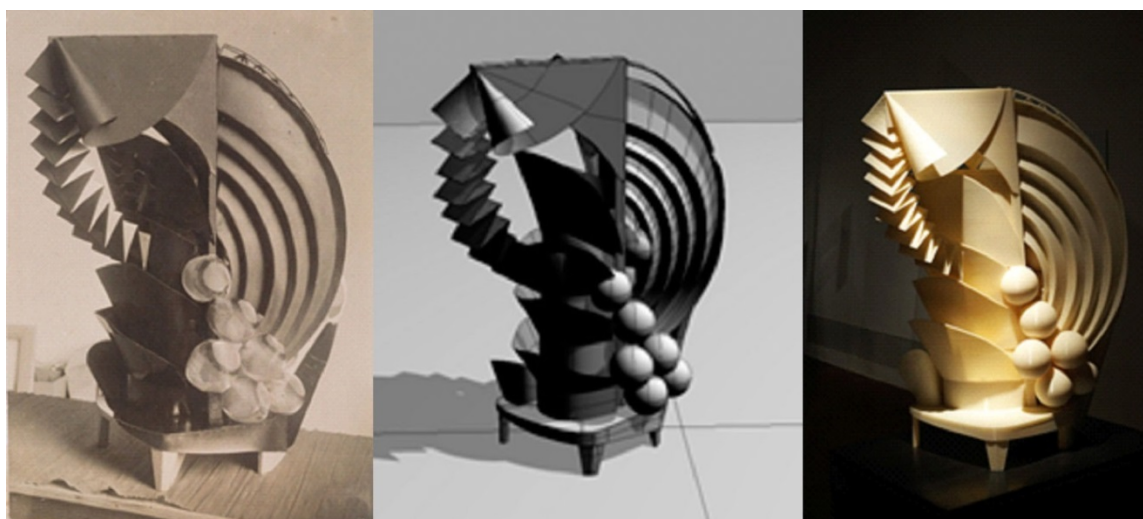
7.5 Rekonstruování objektů pomocí fotografie

Rád bych se zmínil o poněkud netradiční cestě restaurování, a to o restaurování ztracených objektů z dochovaných fotografií. Jedná se o metodu, která funguje na principu seskládání obrazu z několika fotografií. Samozřejmě čím větší počet fotografií, tím vyšší kvalita rekonstruovaného objektu.

Možnosti této technologie lze názorně ukázat na rekonstrukci sochy s názvem Beranidlo (nebo také Beran, či Senzibilita, Hluky a rytmické zvuky beranidla) od autorky **Růženy Zátkové** (*1885-1923)⁶⁹. Toto dílo bylo zrekonstruováno pouze na základě tří dochovaných fotografií. Vzhledem k tomu, že objekt byl vytištěn do ABS plastu, nelze mluvit o restaurování objektu v pravém slova smyslu. Jedná se zde pouze o hmotovou rekonstrukci tohoto futuristického díla. Přesto, vzhledem k tvarové složitosti tohoto objektu se rekonstruování pomocí grafického editoru Rhinoceros jeví jako mnohem efektivnější, než rekonstruování klasickou rukodělnou cestou, která by vzhledem k malému počtu dochovaných fotografií a jejich nízké kvalitě byla časově mimořádně náročná.

⁶⁹ Domovská stránka <http://ruzenazatkova.cz/>

Zátková pracovala s papírem, pletivem, dráty atd., kdežto finální rekonstruovaný model byl realizován pouze v ABS plastu. Rekonstrukce tohoto díla vznikla pod vedením Michala Gabriela, který tento materiálový rozpor vysvětluje v rozhovoru pro Český rozhlas: „Připadalo nám velice zajímavé dělat rekonstrukci, ale protože původní socha byla z papíru, my jsme nemohli použít stejné materiály, protože nikdo nezná jejich barevnost, přesné použité materiály, jenž jsme se o nich dohadovali, protože jsme se rozhodli pro tvarovou rekonstrukci. Že udržíme základní proporce a tvary, ale nebudou tam různá zbarvení materiálu. A že použijeme metodu digitálního 3D tisku. Tudíž socha je vytvořena tak, že se jí lidské ruce nedotkly. Na této soše jsou pro mne nejzajímavější proporční vztahy, tvary a srůst útvarů, který tam vznikl. Myslím, že je vidět, že ji zajímaly především tvary, a tak je složila do takového zvláštního pocitu“⁷⁰ Na této technologii lze krásně doložit, jak rychle v tomto odvětví plyne čas. Tato kdysi převratná a novátorská metoda převodu fotografie do prostoru je v současné době dostupná formou aplikace pro chytré telefony. Těchto aplikací je celá řada, jako příklad bych zmínil program 123D Catch. Tento program sehrál důležitou roli v zajímavém projektu Metropolitního muzeu a umění v New Yorku



Obr. 72 **Růžena Zátková**, *Beranidlo*. Podoby sochy Růženy Zátkové v průběhu rekonstrukce (původní fotografie, vizualizace, realizace v ABS plastu)

⁷⁰ Faltýnek Vilém, Rozhovor pro Český rozhlas s Michalem Gabrielem, 13.4.2011

Které umožnilo běžným návštěvníkům, aby si vytvořili vlastní digitální 3D modely exponátů muzea. Stačí jim k tomu digitální fotoaparát a program 123D Catch. Autoři projektu k tomu dodávají: „*Stačí vyfotit objekt ze všech stran, nahrát fotky do 123D Catch a počkat několik minut, až se pomocí fotogrammetrie vykreslí váš oblíbený umělecký objekt v plné 3D slávě! Abychom však byli spravedliví, tento proces není vždy úplně perfektní.*“⁷¹

⁷¹ Přeloženo z: UNDEEN, Don. 3D Scanning, Hacking, and Printing in Art Museums, for the Masses. In: The *Metropolitan Museum of Art* [online]. 2013 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.metmuseum.org/about-the-museum/museum-departments/office-of-the-director/digital-media-department/digital-underground/posts/2013/3d-printing>

PRAKTICKÁ ČÁST

8 Vlastní umělecká zkušenost s digitální technologií

V současnosti pro mne jako pro pedagoga pracujícího na Fakultě architektury a pomáhajícího studentům zhmotňovat jejich myšlenky v podobě architektonických modelů jsem přímo nucen se těmito technologiemi zabývat. S možnostmi využití 3D technologií v sochařství jsem se seznámil v roce 2007, tedy až v posledním roce svého studia na FaVU VUT v Brně v ateliéru Socha I. Tato technologie pro mne byla natolik fascinující, že jsem se rozhodl při tvorbě svoje diplomové práce tuto technologii využít a pokusil jsem se obrazně řečeno poslední chvíli zachytit tento poslední trend v sochařství. Podařilo se mi realizovat část své diplomové práce pomocí 3D scanování a 3D tisku.

3D technologie vnímám jako nástroj, který pomáhá a výrazně usnadňuje artikulovat umělcovy myšlenky v hmotě. Nicméně tento nástroj by měl být vždy vnímán „pouze“ jako nástroj, který autorovi slouží, nemá autora ovládat.

Patřím ke generaci výtvarníků, kteří vycházejí z rukodělných postupů při realizování svých děl. Instinktivně proto tíhnu k fyzickému kontaktu s materiálem v průběhu tvorby. Avšak možnosti Rapid Prototyping pro mne jsou natolik lákavé, že se v současné době snažím dovzdělat v tomto novém odvětví. Předpokládaný výstup praktické části by byla výstava realizovaných děl vytvořených za pomoci 3D technologie.

8.1 Spejbl a Hurvínek

Ve své diplomové práci jsem se zabýval generačním střetem artikulovaným vztahem otce a syna v poněkud odlehčené formě, zobrazené postavami Spejbla a Hurvínka. Tento problém jsem rozdělil do tří celků.

Do ústředního vyobrazení figur těchto dvou postav v reálném (životním) měřítku a dvou žánrových drobných sošek odkazujících na moje vzpomínky. Počítačovou technologii jsem v tomto případě použil k naskenování tváří ze soch v životní velikosti a jejich následné přenesení pomocí 3D tisku na drobné plastiky. V tomto případě mi technologie sloužila pouze jako nástroj, usnadňující realizování drobnějších plastik. Zároveň to však byla moje první práce s touto technologií (bylo to zároveň první realizace práce studenta v 3D centru na FaVU VUT), která pro mne znamenala „dobývání nového území“. Už v té chvíli jsem si byl vědom potenciálu, který tento způsob tvorby nabízí.



Obr. 73 **Jan Šebánek**, *Spejbl a Hurvínek*, původní modelované hlava využité pro 3D scan



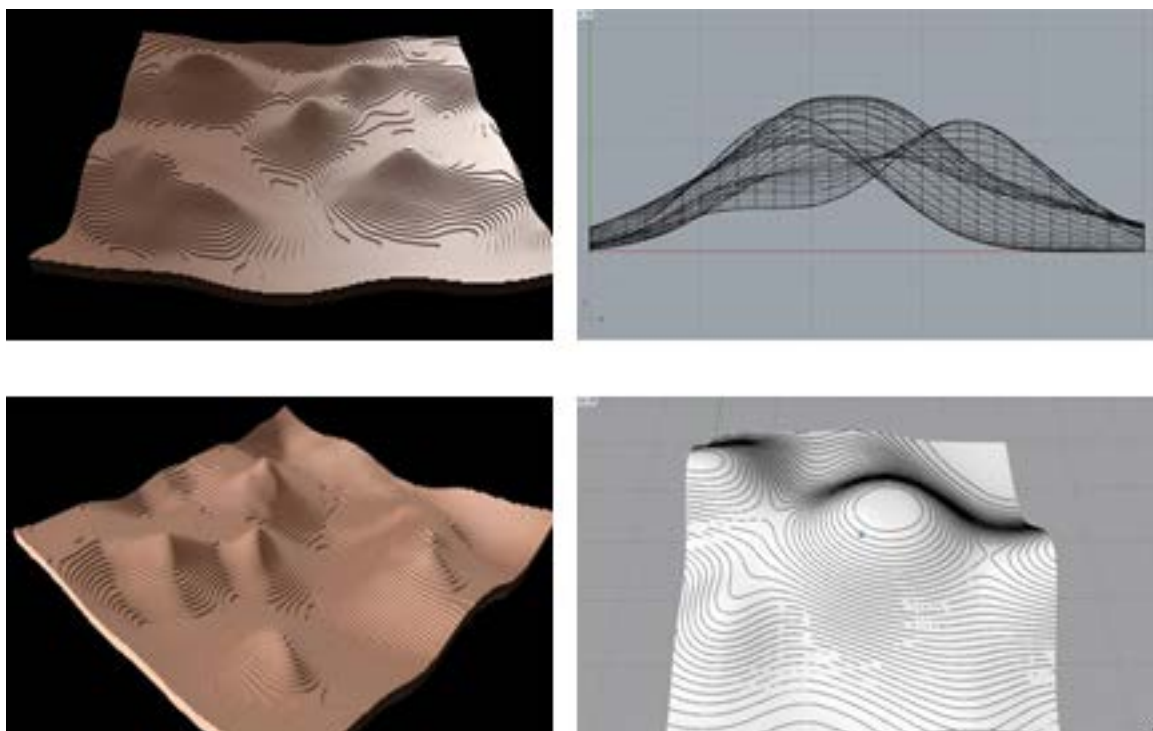
Obr. 74 **Jan Šebánek**, *Spejbl a Hurvínek*, 2007, část diplomové práce vytvořená pomocí 3D skenu a 3D tisku

8.2 Krajina

Reliéf s názvem „Krajina“ jsem realizoval už jako student doktorandského programu s cílem účastnit se soutěže pořádané firmou Deloitte, která nabízela v případě úspěšného návrhu i jeho realizaci v materiálu. Tentokrát již pro mne práce s počítačem ani 3D tisk nebyly neznámou a proto jsem se pokusil využít vedlejšího efektu vznikajícího při práci tiskárny. Tiskárna vytváří realizovaný objekt z vrstev, které jsou více, či méně (v závislosti na vyspělosti technologie) patrné.

Tato nechtěná struktura mne vždy podvědomě lákala a toužil na místo po jejím skrývání po jejím uplatnění v díle jakožto stěžejního prvku. Tento jev mi volně asocioval vrstevnice na architektonických modelech, a proto jsem tento efekt

použil při intuitivním vytváření terénu krajiny mého rodného kraje tak, jak si jej pamatuji.



Obr. 75 **Jan Šebánek**, *Proces navrhování reliéfu Krajina*

Toto dílo bylo vytvořeno pro projekt s názvem Inovation In Art – Deloitte Praha, což byl ojedinělý projekt, který vznikl v roce 2013 podporující inovaci a umění ve spojení s mladými studenty – studenty FaVU VUT v Brně, díky kterému mohli studenti uchopit hodnoty společné pro svět businessu a umění a převést je pomocí technologie (3D tisk, 3D scan) do svých soch.

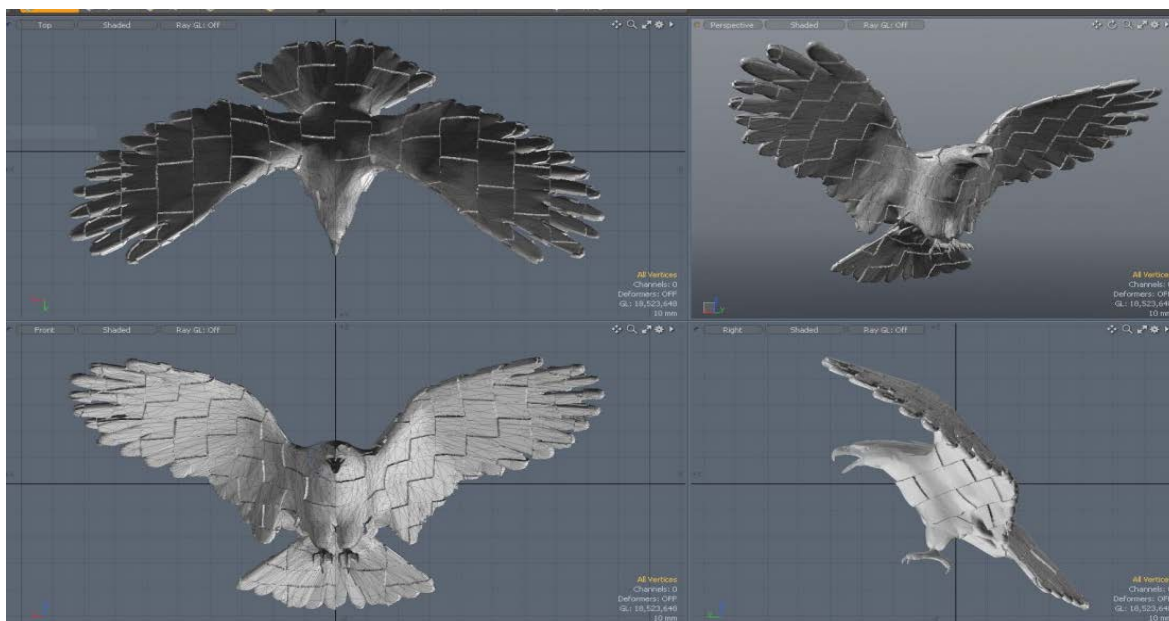


Obr. 76 **Jan Šebánek**, *Krajina*, 2014

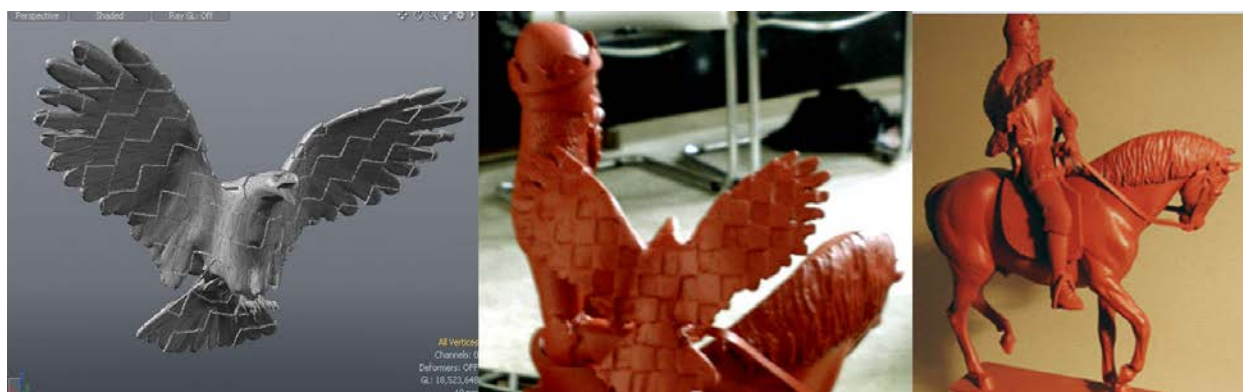
8.3 Účast v druhé soutěži o návrh na jezdeckou sochu markraběte Jošta na Moravské náměstí v Brně

3D technologie je také mimořádně vhodným způsobem realizování návrhů pro výtvarné soutěže. Výhoda spočívá nejen v mimořádně rychlé realizaci velmi obtížně realizovatelných (zejména figurativních) objektů klasickou modelací, ale také z důvodu, že lze používat prvky, které jsou v datové podobě volně přístupné na internetu. Sám jsem tuto cestu použil při realizaci návrhu pro druhou soutěž na Jošta Moravského, kdy Jošt Moravský na své ruce drží orla s rozepjatými křídly, symbolizujícího moravskou orlici. Tohoto dravce jsem na rozdíl od zbývajících částí modelu (koně a panovníka) nemodeloval klasickou metodou, ale našel jsem nejvhodnější model na volně přístupném serveru. Tento model jsem

si uložil, upravil a následně doplnil o plastickou šachovnici, odkazující právě na šachovnicový motiv moravské orlice.



Obr. 77 Moravská orlice pro návrh pomníku Jošta Moravského



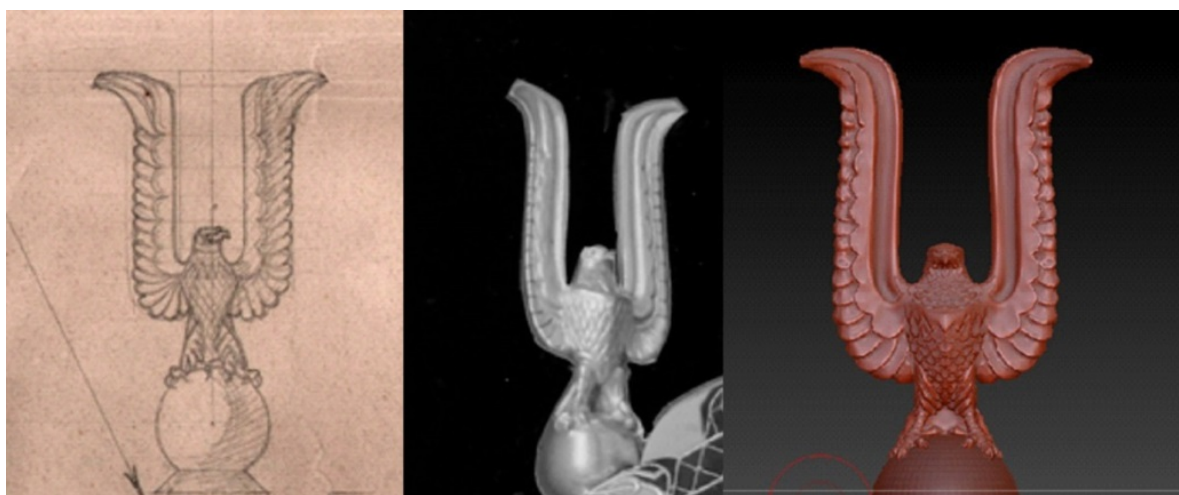
Obr. 78 Jan Šebánek, Soutěžní návrh Jošta Moravského, 2012, Detail moravské orlice vytvořeny v modelovacím programu a realizované pomocí 3D tisku

8.4 Rekonstrukce hlavičky výročního praporu pro Sokol Brno I

V tomto případě se nejedná o autorský projekt, ale o zakázku realizovanou pro sokolskou obec, konkrétně Sokol Brno I. Musím se však přiznat, že tato práce pro mne nebyla pouhou zakázkou, ale i výzvou, na které jsem měl dvojí zájem.

Primárně jsem cítil příležitost vyzkoušet si nový technologický postup, kterým pro mne v té době byla fotogrametrie a zároveň i osobní vztah k sokolské organizaci. Hlavice tohoto praporu z roku 1920, kterou navrhoval architekt Babánek a podle jeho návrhu posléze realizoval sochař Fabiánek, se bohužel na rozdíl od zbytku praporu nedochovala, ale dochovaly se jen ne příliš kvalitní dobové fotografie a původní Babánkův návrh. Tuto hlavici by pochopitelně šlo realizovat i klasickou rukodělnou činností, avšak vzhledem k osově souměrnosti se práce v počítači jevila jako mnohem méně technicky a časově náročná. Jak jsem již uvedl v kapitole s názvem Rekonstruování objektů pomocí fotografie

Podobným způsobem se nyní rekonstruuje i hlavice k historickému praporu pro Sokol Brno I z roku 1929 podle návrhu architekta Bohumila Babánka. Tuto hlavici posléze realizoval sochař František Fabiánek. Prapor byl během 2. světové války ztracen a objeven byl teprve nedávno. Bohužel umělecká hlavice znázorňující sokola s rozepjatými křídly nebyla objevena. Zachovaly se však dvě fotografie hlavice a původní Babánkův kresebný návrh. V současné chvíli probíhá rekonstrukce této hlavice, avšak vzhledem k nízké kvalitě a počtu fotografií je nutno využívat i modelovacího programu Z-Brush.



Obr. 79 Fáze rekonstrukce podle původního kresebného návrhu a dochované fotografie, 2013



Obr. 80 **Jan Šebánek**, *Hlavice praporu pro Sokol Brno 1*, 2013

8.5 Návrh pomníku Aloise Hudce

Vzhledem ke své předešlé spolupráci s Českou obcí sokolskou jsem se začal zabývat myšlenkou vytvoření pomníku Aloise Hudce, olympijského vítěze z Berlína 1936 a několikanásobného mistra světa ve sportovní gymnastice. Přestože je úspěch tohoto sportovce zastoupen jak v literatuře, tak ve filmu, kdy Leni Riefenstahl⁷² zachytila ve svém nejslavnějším filmu Olympia téměř celou Hudcovu sestavu a Otta Pavel napsal povídku s názvem Sedm deka zlata,⁷³ která je volně inspirovaná Hudcovým úspěchem v Berlíně, jediným sochařským připomenutím tohoto fenomenálního sportovce je pamětní deska v jeho rodné obci Račice. Domnívám se, osobnost Aloise Hudce si zaslouží výraznější poctu

⁷² Leni_Riefenstahl Olympia (1938 film). *Wikipedia* [online]. [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Olympia_\(1938_film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Olympia_(1938_film))

⁷³ Pavel Ota: Sedm deka zlata. *Cesky-jazyk.cz* [online]. [cit. 2015-10-17]. Dostupné z: <http://www.cesky-jazyk.cz/ctenarsky-denik/ota-pavel/plna-bedna-sampanskeho.html>

a proto ve spolupráci se Sokolem Brno I usilujeme pomník pro tohoto člena sokolské obce.



Obr. 81 Alois Hudec, Cvičení na kruzích



Obr. 82 Jan Šebánek, První návrh pomníku, 2014

I v tomto případě jsem využil technologie Rapid Prototyping, neboť mi umožňuje skutečně rychle a srozumitelně formulovat mojí myšlenku v prostoru. Při realizaci prvotního návrhu jsem vycházel z nejslavnější fotografie vytvořené právě na Olympiádě v Berlíně, pořízené právě během cvičení na kruzích. Použil jsem program Poser, který je speciálně určen k vytváření lidských postav v různých pozicích, následně jsem exportoval takto vytvořenou postavu do programu Rhinoceros kde jsem mohl doplnit gymnastické kruhy. Následně jsem celou figuru i s kruhy vytiskl na 3D tiskárně a už ručně dopracoval a doplnil podstavcem. Formálně jsem se snažil přiblížit k schématické modelaci Franze Metznera, která nejsilněji odkazuje na německé sochařství spojené s třetí říší. Ideově je tak dílo nejenom pouhým pomníkem sportovce, ale i odkazem na pohnutou dobu, ve které prožil svůj největší úspěch.

9 ZÁVĚR

Jedním z cílů této práce bylo představit možnosti umělecké tvorby pomocí digitálních 3D technologií a jejich vstup do veřejného prostoru. Při zkoumání této problematiky nelze nezmínit nesporné výhody, které s sebou tyto technologie přinášejí, avšak je potřeba nastínit i problematiku související se změnami tvorby. Proces práce Rapid Prototyping je zcela automatický bez nutnosti obsluhy, pečlivá práce při tvorbě digitálního modelu je odměněna v krátkém čase perfektním materiálovým výstupem. Zařízení odstraňuje limity tvorby fyzických objektů a umožňuje realizovat i ty nejsmělejší záměry, které nebylo dříve možné díky náročnosti realizovat. Tato technologie otevírá zcela nové možnosti tvorbě výtvarného umění, osvobozuje autora od omezení, která před něj kladly technické limity. Na druhou stranu však metoda Rapid Prototyping zásadně mění zavedený způsob práce a prostřednictvím monitoru izoluje autora od fyzického prožitku tvorby. Využívání těchto technologií také často způsobuje i určité odosobnění díla, zejména při použití parametrických funkcí může často dojít k zaměnitelnosti autora. Není proto divu, že je tento způsob práce často vnímán negativně.

V budoucnu lze očekávat, že se tyto technologie stanou běžně dostupnými, protože tvůrci CAD softwaru vytvářejí programy na principu generativních funkcí ovládaných pomocí grafického znázornění (Grasshopper). Autor je tak zbaven nutnosti spolupracovat s programátorem, nebo náročného a nepřehledného vypisování příkazových řádků. S největší pravděpodobností tak přibude tak autorů laiků (diletantů), kteří budou moci realizovat svá díla bez jakéhokoli výtvarného i matematického vzdělání. Tito autoři se při tvorbě svého díla nedotknou vlastní rukou a převážnou část tvůrčí činnosti přenechají počítači. Sám o sobě takový vývoj však nemusí mít pouze negativní důsledky pro výtvarné umění. Po čase, kdy společnost přestane být fascinována „technologickými kouzly“, vynikne „pouze“ podstata a estetická hodnota děl

vytvořených touto metodou. V historii umění a architektury vstup diletantů mnohdy znamenal vykročení ze zažitých akademizmů a posun vpřed.

Vzhledem k tomu, že pracuji jako pedagog na fakultě architektury VUT v Brně, řeším ve svém předmětu se studenty tvorbu abstraktních modelů, sloužících jako formální východisko pro vzhled budov. Je zajímavé sledovat rozdílnost přístupů studentů k tvorbě, při stejném zadání. Často dochází k situacím, kdy student je schopen pomocí počítače navrhnout tvarově zajímavý objekt, ale není schopen jej, byť jen dílčím způsobem upravit bez pomoci počítače nebo jej realizovat v konkrétním materiálu. Příčinnou je separace autora od díla prostřednictvím monitoru počítače. Podstatně lépe dopadají práce studentů navrhujících své modely v reálném materiálu (hlína, papír, polystyren, apod.) a počítač používají „pouze“ k technickému dořešení modelu. Tím nechci říci, že počítač nelze používat k navrhování, to je samozřejmě možné, domnívám se však, že je nutné mít zažitý kontakt s materiálem případně mít zkušenost s klasickými řemeslnými postupy, ze kterých lze, byť jen podvědomě vycházet při navrhování pomocí počítače. Plně se tak stotožňuji s prohlášením Davida Medka: *„Zkušenost s fyzickým modelováním studentům umožní lepší prostorové vnímání, prohloubení představivosti a zvládnutí prostorové orientace v programech určených pro modelování 3D prostoru, který je zde paradoxně budován pomocí 2D.“*⁷⁴

Jako pedagog působící na fakultě architektury jsem pochopitelně cítil potřebu užšího zapojení technologie Rapid Prototyping do výuky. Vzhledem k tomu, že Modelové centrum Fakulty architektury již disponovalo tříosou CNC frézou, CNC řezačkou polystyrenu a CNC laserem, usiloval jsem o doplnění Modelového centra o 3D tiskárnu. Z tohoto důvodu jsem v roce 2011 podal spolu s kolegou ing. arch. Janem Kratochvílem projektovou žádost pro FRVŠ o finanční podporu při dovybavení Modelového centra 3D tiskárnou. Bohužel tato žádost byla zamítnuta s odůvodněním, že řešitel projektu není dostatečně fundovanou

⁷⁴ MEDEK, David. *Komparace modelování v reálném a imaginativním 3D prostoru*. Brno, 2014. Disertační práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Doc. PaedDr. Hana Stehlíková Babyrádová, Ph.D.

osobou v dané oblasti. Doufal jsem, že vytvořením této práce získám onu větší fundovanost, která zvýší moje šance na získání grantu, avšak v roce 2013 FRVŠ zanikl. Nicméně díky značnému zájmu 3D tisk a velké konkurenci a opravdu rychlému vývoji v dané oblasti, došlo k výraznému snížení pořizovacích nákladů na 3D tiskárny. Na základě těchto skutečností se mi na konci roku 2015 podařilo zakoupit profesionální 3Dtiskárnu s tiskovým softwarem z prostředků Fakulty architektury. V současné chvíli pracuji na implementaci tvorby modelů pomocí technologie Rapid Prototyping do výuky budoucích architektů.

Předkládanou prací chci přispět k rozšíření informovanosti o možnostech technologie Rapid Prototyping v umění, a ukázat tvůrčí východiska již etablovaných umělců, způsobem který by sloužil jako výchozí bod umělce seznamující se s touto novou progresivní technologií.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

3D Print Fashion: 3D Printed XYZ Shoes by Earl Stewart [online]. [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: <http://fashionlab.3ds.com/3d-printed-xyz-shoes-by-earl-stewart/>

3D Printing: Tokyo University Students Use Custom 3D Printing Pen to “Draw” Large 3D Structures. <https://3dprint.com/>[online]. [cit. 2016-01-25]. Dostupné z: <http://3dprint.com/121439/tokyo-u-3d-pen-structures/>

ARANDA, Benjamin a Chris LASCH. Pamphlet Architecture. NewYork: Princeton Architectural Press, 2005, 93 s. ISBN 978-1-56898-547-3

ArchiTravel: Phaeno Science Centre Phaeno Science Centre, WOLFSBURG, Germany, Zaha Hadid Architects [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://www.architravel.com/architravel/building/phaeno-science-centre/>

Archizone.cz: Zaha Hadid [online]. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.archizone.cz/architekti/zaha-hadid>

Artlist - databáze současného umění: Federico Díaz [online]. [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.artlist.cz/federico-diaz-1962/>

BURRY, M.: 1999, Paramorph, in S. Perrella (ed.), AD Profile 139: Hypersurface Architecture II, Academy Editions, London, pp. 78-83.

Calvino Italo, Six Memos for the Next Millennium. New York, Vintage Books, 1993, 112 s.

Creativeapplications: Captives by @Quayola - CG Geological Formations as Life-Size ‘Unfinished’ Sculptures [online]. [cit. 2015-012-11]. Dostupné z: <http://www.creativeapplications.net/featured/captives-cg-geological-formations-as-life-size-unfinished-sculptures/>

DesignMagazin: V Amsterdamu staví první 3D tištěný dům na světě [online]. [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: <http://www.designmagazin.cz/architektura/41005-v-amsterdamu-stavi-prvni-3d-tisteny-dum-na-svete.html>

Faltýnek Vilém, Rozhovor pro Český rozhlas s Michalem Gabrielem, 13.4.2011

FIALOVÁ, Irena. Co se do knihy nedostalo: Zlatý řez, 2003, č.24

Fotogrammetrie. Wikipedia [online]. [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Fotogrammetrie>

Frank Gehry, <https://www.foga.com/>, vyhledáno 03. 10. 2014; srov. též Francesco Dal Co –Kurt Forster – Hadley Soutter Arnold, Frank O. Gehry: The Complete Works, New York 1997

FRAZER, John. (1995). Evolutionary Architecture. London: Architectural Association.

GALERIE EMILA FILLY. Generátor [Tisková zpráva]. 18.4.2012. 2012, 1 s. [cit. 10.9.2013]. Dostupné z: <http://www.gef.cz/wp-content/uploads/2012/06/tiskova-zprava-1.pdf>, Perez-Gomez, A. and L. Pelletier. (1997). Architectural Representation and the Perspective Hinge. Cambridge: MIT Press

Galinsky: Selfridges Birmingham by Future Systems [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.galinsky.com/buildings/selfridges/>

GEHRY O. Frank. Academy of Achievement [online]. 2010 [cit. 2013-09-20]. Dostupné z: <http://www.achievement.org/autodoc/page/geh0bio-1>

GIBSON, Ian, David W. ROSEN a Brent STUCKER. Additive manufacturing technologies: rapid prototyping to direct digital manufacturing. New York: Springer, 2010. ISBN 978-1441911193

Hansmeyer Michael, Portfolio, 2010, dostupný na <<http://www.v.michael-nsmeyer.com/profile/about.html?screenSize=1&color=1>>

HANSMEYER, Michael. Michael Hansmeyer: Computational Architecture [online]. 2013 [cit. 2013-09-20]. Dostupné z: <http://www.michael-hansmeyer.com/profile/about.html?screenSize=1&color=1>

HART, George W. Bringing M.C. Escher's Planaria to Life. <Http://www.georgehart.com/> [online]. [cit. 2013-09-19]. Dostupné z: <http://www.georgehart.com/oct-tet/planaria.pdf>

HLINKA, Jiří. Zaha Hadid stále bojuje proti doslovnosti v architektuře. Zaha Hadid stále bojuje proti doslovnosti v architektuře [online]. 2005, s. 4 [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://www.stavebni-forum.cz/cs/print/5599/zaha-hadid-stale-bojuje-proti-doslovnosti-v-architektuře>].

Jan Benda, Příběh architektury digitálního věku, Knihovna plus, <http://knihovna.nkp.cz/knihovnaplus101/benda.htm>., vyhledáno 5. 2. 2013

JODIDIO, Philip. Architecture NOW!: Landscape. Kolín nad Rýnem: Taschen, 2001

Joshua Harker: Taurus Geodesica [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.joshharker.com/blog/?page_id=4503

KINEMATICS CONCEPT: Nervous System [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/albums/kinematics-concept/>

KOLAREVIC, B.: 2000, Digital Architectures, in M. Clayton and G. Velasco (eds.), Proceedings of the ACADIA 2000 Conference, ACADIA. Kvan, T. and Kolarevic, B.: forthcoming, Rapid Prototyping and Its Application in Architectural Design, in Automation in Construction, special issue on rapid prototyping in architecture, Elsevier, Amsterdam.

KRATOCHVÍL, Jan. Moderní počítačové metody ve výuce studentů architektury. Brno, 2011. 22 s. Teze disertační práce. VUT Brno

KRHÁNEK, BcA. Adam. Polygon v sochařství a architektuře. Brno, 2013. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta výtvarných umění. Vedoucí práce Prof. PhDr. Jan Sedlák, Csc.

Leni_Riefenstahl Olympia (1938 film). Wikipedia [online]. [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Olympia_\(1938_film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Olympia_(1938_film))

LUKÁŠOVÁ, Helena. Digitální sochařství. Brno, 2009. 134 s. Disertační práce. Masarykova univerzita

Marcus Kayser: About [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.markuskayser.com/cv/>

MecSoft: What is 3D Printing & How Does 3D Printing Work?[online]. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://mecsoft.com/3d-printing-explained/>

MEDEK, David. Komparace modelování v reálném a imaginativním 3D prostoru. Brno, 2014. Disertační práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Doc. PaedDr. Hana Stehlíková Babyrádová, Ph.D.

Michael Schmidt [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://www.michaelschmidtstudios.com/entertainment-wardrobing.html>

MILLER, Eric. 3D Printing, Rapid Prototyping, Additive Manufacturing? What is the Difference?. In: PADT, Inc. [online]. 2012 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.padtinc.com/blog/the-rpresource/>

3d-printing-rapid-prototyping-additive-manufacturing-what-is-the-difference

MVRDV. KM3 Excursions on Capacities. Barcelona : Actar, 2006. 1408 s.

Nové formy: Úvodem. Nové formy [online]. [cit. 2014-07-26]. Dostupné z: <http://www.noveformy.cz/parametricky-design/uvodem/>

PALLASMAA, Juhani. Myslicí ruka: Existenciální a ztělesněná moudrost v architektuře. Zlín: Archa, 2012, 159 s. ISBN 978-80-87545-09-6.

PARAMETRICISMUS aneb TECHNIKY DIGITÁLNÍHO NAVRHOVÁNÍ.Era21 [online]. [cit. 2015-12-09]. Dostupné z: http://www.era21.cz/index.asp?page_id=195

Pavel Ota: Sedm deka zlata. Cesky-jazyk.cz [online]. [cit. 2015-10-17]. Dostupné z: <http://www.cesky-jazyk.cz/ctenarsky-denik/ota-pavel/plna-bedna-sampanskeho.html>

"Přeloženo z: UNDEEN, Don. 3D Scanning, Hacking, and Printing in Art Museums, for the Masses. In:

The Metropolitan Museum of Art [online]. 2013 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.metmuseum.org/about-the-museum/museum-departments/office-of-the-director/digitalmedia-department/digital-underground/posts/2013/3d-printing>"

Pye, David. The Nature and Art of Workmanship. (nejdříve publikováno 1968), London: The Herbert Press, přepracovaná edice, 1995, s. 9

SAS 2013: DAVIDE QUAYOLA [online]. [cit. 2015-12-11]. Dostupné z: <http://anim.usc.edu/sas2013/davide-quayola.html>

Sborník výstav Digital Exchange II, 978-80-214-5300-5

SCHUMACHER, Patrik. The autopoiesis of architecture: a new agenda for architecture. Chichester: John Wiley, 2012, s. 621

Srov. Kratochvíl, Petr. Socha v kontextu. Fórum architektury & stavitelství, 1998, roč. VI, č. 1, 30 s.

Srov. Volf, Petr. Dům jako příběh. (rozhovor s V. Miluničem), [online] 1999 [cit. 25. května 2007]. Dostupné z <<http://www.jedinak.cz/stranky/txtmilunic.html>>

Stavby: Educatorium. Archiweb [online]. [cit. 2015-12-14]. Dostupné z: <http://www.archiweb.cz/buildings.php?action=show&id=202>

UHRÍK, Martin. Digitálna architektúra. Vyd. 1. Bratislava: Eurostav, 2010, 148 s. ISBN 978-80-89228-25-6.

ULLRICH, Wolfgang. Nevinná ruka. 2010.

VAŇKOVÁ, Klára. Tvorba architekta Vlada Miluniće v letech 1990 – 2009. Brno, 2010. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí práce PhDr. Aleš Filip, Ph.D.

Zaha Hadid: Životopis. Www.archizone.cz [online]. [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: <http://www.archizone.cz/architekti/zaha-hadid/>

ZELLNER, P.: 1999, Hybrid Space: New Forms in Digital Architecture, Rizzoli, New York.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Wilson A. Bentley , Focení a mikroskopování sněhových vloček v exteriéru, 1922 Weather People and History: Wilson Bentley, The Snowflake Man of Vermont. Islandweb [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: http://www.islandnet.com/~see/weather/history/bentley.htm	17
Obr. 2 Wilson A. Bentley , Vločky [Bentley, W. A. and Humphreys, W. J.: <i>Snow Crystals</i> , 1931, Dover Books, ISBN 0-486-20287-9.....	17
Obr. 3 Ukázka grafického pole Grasshopperu, se kterým autor pracuje	19
Obr. 4 Csuri Charles , Ridges Over Time, 1968 [CSURI, Charles. Digital Plotting. In: ACM Siggraph [online]. [cit. 2013-09-19]. Dostupné z: http://www.siggraph.org/artdesign/profile/csuri/artworks/plot/plot16.html	20
Obr. 5 Zdeněk Sýkora , Linie č. 18, 1982 [Zdeněk Sýkora, Dílo [online]. 2013 [cit. 2013-09-19]. Dostupné z: http://www.zdeneksykora.cz/?s=galerie&id_galerie=10	21
Obr. 6 Zdeněk Sýkora , Jedna Linie, 1976 Dílo [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://www.zdeneksykora.cz/?s=galerie&id_galerie=8	21
Obr. 7 M. C. Escher , Planaria, 1959 [HART, George W. Bringing M.C. Escher's Planaria to Life. http://www.georgehart.com/ [online]. [cit. 2013-09-19]. Dostupné z: http://www.georgehart.com/oct-tet/planaria.pdf	23
Obr. 8 George W. Hart , 120 Cell HART, George. Rapid Prototyping: Web Page. http://www.georgehart.com [online]. [cit. 2013-08-25]. Dostupné z: http://www.georgehart.com/rp/rp.html	24
Obr. 9 George W. Hart , Sierpinski Tetrahedron [HART, George. Rapid Prototyping: Web Page. http://www.georgehart.com [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: http://www.georgehart.com/rp/rp.html	24

- Obr.: 10 **George W. Hart**, Toys Zome, 2009 *Flickr* [online]. [cit. 2016-04-10].
Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/zometool/3775502786> 25
- Obr. 11 **Michael Hansmeyer**, Subdivided columns [HANSMAYER, Michael. Michael Hansmeyer: Computational Architecture [online]. 2013 [cit. 2013-09-18].
Dostupné z: <http://www.michael-hansmeyer.com/#2> 26
- Obr. 12 **Michael Hansmeyer**, Detail struktury [HANSMAYER, Michael. Michael Hansmeyer: Computational Architecture [online]. 2013 [cit. 2014-01-20].
Dostupné z: <http://www.michael-hansmeyer.com/#2> 27
- Obr. 13 **Michael Hansmeyer**, Woven Column, 2013 *CAAD. Blog: Woven Column* [online]. [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.caad.arch.ethz.ch/blog/woven-column/> 27
- Obr. 14 **MVRDV**, Datatown *MVRDV: Metacity / Datatown* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <https://www.mvrdv.nl/projects/MCDT> 32
- Obr. 15 **Studio OMA**, Educatorium, Utrecht, 1997 *Flickrriver: Most interesting photos tagged with educatorium* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.flickrriver.com/photos/tags/educatorium/interesting> 35
- Obr. 16 **Zaha Hadid**, Kulturní centrum Heydar Aliyev Centre, 2013 *ArchDaily: Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects* [online]. [cit. 2016-04-10].
Dostupné z: <http://www.archdaily.com/448774/heydar-aliyev-center-zaha-hadid-architectsw.archizone.cz/architekti/zaha-hadid> 36
- Obr. 17 **Zaha Hadid**, Kulturní centrum Heydar Aliyev Centre, 2013 *Arch2o: Heydar Aliyev Center | Zaha Hadid Architects* [online]. [cit. 2016-04-10].
Dostupné z: <http://www.arch2o.com/heydar-aliyev-center-zaha-hadid> 37
- Obr. 18 **Zaha Hadid**, Phaeno Center, Wolfsburg Německo, 2005 *Zaha Hadid Architects: Phaeno Science Centre* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.zaha-hadid.com/architecture/phaeno-science-centre> 38

- Obr. 19 **Zaha Hadid**, Phaeno Center, interér – detail stropu, Wolfsburg Německo, 2005 *ArchiTravel: Phaneo Science Centre* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.architravel.com/architravel/building/phaeno-science-centre> 39
- Obr. 20 **Frank Gehry**, Guggenheim Museum, Bilbao, Španělsko, 2010 *Flickrriver: Guggenheim Museum* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://www.flickrriver.com/photos/brad_mcdermott/4951446104 39
- Obr. 21 **Frank Gehry**, Tančící dům, Praha, Česká republika, 1996 *Praha.eu: FESTIVAL SVĚTLA SIGNAL: Ginger a Fred zatančí před očima Pražanů* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://www.praha.eu/jnp/cz/co_delat_v_praze/volny_cas/ginger_a_fred_zatanci_pred_ocima_prazanu.html 41
- Obr. 22 **Antony Gormley**, Anděl severu (Angel of the North), 1998 Gateshead, Anglie *Annie's Guest House: The Angel of the North* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <https://www.anniesguesthouse.co.uk/angel-of-the-north-gateshead-ne8-7ub.shtml> 44
- Obr. 23 **Antony Gormley**, Pracovní název - Exposure (Body / Space / Frame) *Altevista: Antony Gormley. Part II* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://wireartsculpture.altevista.org/antony-gormley-part-ii/> 45
- Obr. 24 **Antony Gormley**, Exposure, East Lothian, Velká Británie, 2010 *Altevista: Antony Gormley. Part II* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://wireartsculpture.altevista.org/antony-gormley-part-ii/> 45
- Obr. 25 **Brian Tolle**, Over the Edges, Gent, Belgie, 2000 *Brian Tolle Studio* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.briantollestudio.com> . 46
- Obr. 26 **Brian Tolle**, Kvůli jemnému větru se pohybuje (For the gentle wind doth move Silently), Cleveland, USA, 2004 *Brian Tolle Studio* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.briantollestudio.com/> 46

- Obr. 27 **Joshua Harker**, *A Gold Knot Feather of Me: Joshua Harker's Inspiring Shapes* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.featherofme.com/joshua-harkers-inspiring-shapes>..... 47
- Obr. 28 **Joshua Harker**, *Crania Anatomica Filigre*, 2011 *Joshua Harker: Home* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.joshharker.com> 47
- Obr. 29 **Joshua Harker**, *Taurus Geodesica*, Birmingham, UK 5m výška, 2015 *Joshua Harker: Taurus Geodesica* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.joshharker.com/blog/?page_id=4503..... 48
- Obr. 30 **Joshua Harker**, *Taurus Geodesica*, konstrukce *Joshua Harker: Taurus Geodesica* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.joshharker.com/blog/?page_id=4503..... 49
- Obr. 31 **Richard Dupont**, *Untitled (#5)*, 2008 *Richard Dupont: Sculptures* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.richarddupont.com/sculptures/figures/featured-works?view=slider#2> 50
- Obr. 32 **Richard Dupont**, *From "Fourteen Variations"*, 2006 *Richard Dupont: Sculptures* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.richarddupont.com/sculptures/figures/featured-works?view=slider#6> 50
- Obr. 33 **Richard Dupont**, *Going Around by Passing Through*, 2013 *Richard Dupont: Public - Sculptures* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.richarddupont.com/sculptures/public> 51
- Obr. 34 **Federico Díaz**, *Sembion*, 2004 *Federico Díaz - Artist* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.federicodiaz.net> 53
- Obr. 35 **Michal Gabriel**, *Pomník profesora Otto Wichterle*, Praha 6, 2006 *Michal Gabriel: Realizace* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.michal-gabriel.cz/real1018.php> 55

Obr. 36 Michal Gabriel , Sochařský kruh	56
Obr. 37 Michal Gabriel , Zrození Venuše, 2011	57
Obr. 38 Michal Gabriel , Koupel, 2014 http://www.saatchiart.com/art/Sculpture-The-Bath/420282/1595042/view	58
Obr. 39 Michal Gabriel , Freud, 2011 <i>Tyden.cz: Sochy současných umělců v pražském Zámku Troja</i> [online]. [cit. 2016-03-19]. Dostupné z: http://www.tyden.cz/fotogalerie/sochy-soucasnych-umelcu-v-prazskem-zamku-troja_4624/342008	58
Obr. 40 Tomáš Medek , Pollen IV, 2009 <i>Tomáš Medek: Chronologie</i> [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: http://www.medek.cz/tomas/chron_frame.html	59
Obr. 41 Tomáš Medek , Banán, 2004 <i>Tomáš Medek: Chronologie</i> [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: http://www.medek.cz/tomas/chron_frame.html	59
Obr. 42 Ukázka pracovního postup práce Tomáše Medka od prvotní skici až po realizované dílo	60
Obr. 43 Tomáš Medek , New Cube AS1: <i>Tomáš Medek</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://afs.ffa.vutbr.cz/asistenti/tomas-medek	61
Obr. 44 Tomáš Medek , Uroboros, Remeš, 2008 <i>Media VUT</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: https://mediavut.files.wordpress.com/2011/10/uroboros_2008-scaled1000.jpg .	61
Obr. 45 Tomáš Medek , Žárovky, 2010 AS1: <i>Tomáš Medek</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://afs.ffa.vutbr.cz/asistenti/tomas-medek	62
Obr. 46 Helena Lukášová , Moschoforosess, 2013 <i>Cargocollective: MOSCHOFOROSESS</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://cargocollective.com/helenalukasova/MOSCHOFOROSESS	63
Obr. 47 Helena Lukášová , návrh sochy Spravedlnosti pro Moravské náměstí v Brně, model realizovaný na 3D tiskárně a vizualizace, 2008	64
Obr. 48 Logo 3D studia	65

Obr. 49 Dušan Váňa, Monika Horčicová , Rubikova kost, 2013 <i>https://dusanvana.wordpress.com/rubikova-kost-rubics-bone</i>	67
Obr. 50 Monika Horčicová , K3, 2011 <i>Monika Horčicová: PRÁCE / WORKS</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <i>https://monikahorcicova.wordpress.com/prace</i>	67
Obr. 51 Monika Horčicová , Kolo života, 2012 <i>Monika Horčicová: PRÁCE / WORKS</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <i>https://monikahorcicova.wordpress.com/prace</i>	67
Obr. 52 Monika Horčicová , Memento Mori, 2013 <i>Monika Horčicová: PRÁCE / WORKS</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <i>https://monikahorcicova.wordpress.com/prace</i>	67
Obr. 53 Adam Krhánek , Touch 1 <i>Adam Krhánek: 3D Print</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <i>http://www.adamkrhanek.cz/a3d-print/#!</i>	68
Obr. 54 Markéta Schiffnederová , Medvídek, 2015	69
Obr. 55 Markéta Schiffnederová , Zajíček, 3D tisk, 2015 <i>Presseportal-schweiz: Die Preisträger des 3D-Print Art Competition an der Triennale Grenchen</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <i>http://www.presseportal-schweiz.ch/pressemeldungen/die-preistraeger-des-3d-print-art-competition-der-triennale-grenchen</i>	69
Obr. 56 Tomáš Pavlacký , Srnec se srnou, 2015 <i>Tomáš Pavlacký: Socha</i> [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <i>http://animal.ffa.vutbr.cz/~xvpavlacky/objekt.html</i>	
Obr. 57 <i>Digital Exchange II, Topičův salon, Praha, 2015</i>	70
Obr. 57 <i>Digital Exchange II, Topičův salon, Praha, 2015</i>	72
Obr. 58 <i>Digital Exchange II, SVA Flatiron Gallery, New York, 2015</i>	72
Obr. 59 Marcus Kaiser , SolarSinterProject [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <i>http://www.markuskayser.com/work/solarsinter</i>	75

Obr. 60 Proces tisku a finální produkt SolarSinterProject [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://www.markuskayser.com/work/solarsinter	75
Obr. 61 WinSun , Kompletace domu a finální stavba <i>MecSoft: What is 3D Printing & How Does 3D Printing Work?</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://mecsoft.com/3d-printing-explained	78
Obr. 62 WinSun , Ukázka pokládání vrstev <i>Mashable: World Like Follow Follow Chinese Company Builds Houses Quickly With 3D Printing</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://mashable.com/2014/04/28/3d-printing-houses-china/#B2u7sKzKeiqE	79
Obr. 63 WinSun , Nejvyšší tištěná budova <i>3Dprint: Shanghai-based WinSun 3D Prints 6-Story Apartment Building and an Incredible Home</i> [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: http://3dprint.com/38144/3d-printed-apartment-building	80
Obr. 64 Nervous Systém , Kinematic Dress Nervous system 3D dress. <i>Http://www.etcentric.org/</i> [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: http://www.etcentric.org/wp-content/uploads/2014/12/Nervous_System_3D_Dress.jpg	81
Obr. 65 Nervous System , Kinematic Dress, Proces realizace od skenování až po komprimaci do stavební komory <i>KINEMATICS CONCEPT: Nervous System</i> [online]. [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: http://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/albums/kinematics-concept	82
Obr. 66 Nervous System , Kinematic Dress, Rentgenový snímek struktury šatů <i>Nervous System</i> [online]. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: http://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/albums/kinematics-concept	83
Obr. 67 Iris van Herpen , Ukázka tvorby <i>3D Printen Mode: Fashion en 3D-printen...Hoe zit het met intellectueel eigendom?</i> [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: http://www.3dprimeur.nl/3d-toepassingen/mode/fashion-en-3d-printen	84

Obr. 68 Ben van Berkel , UNX2 <i>Zaha Hadid, Ben van Berkel and more design 3D-printed shoes for United Nude</i> [online]. [cit. 2015-08-12]. Dostupné z: http://www.dezeen.com/2015/04/13/united-nude-3d-printed-shoes-zaha-hadid-ben-van-berkel-michael-young-milan-2015	85
Obr. 69 Zaha Hadid , <i>Flames Zaha Hadid, Ben van Berkel and more design 3D-printed shoes for United Nude</i> [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: http://www.dezeen.com/2015/04/13/united-nude-3d-printed-shoes-zaha-hadid-ben-van-berkel-michael-young-milan-2015/	85
Obr. 70 3D Pen Structures , 2016 Architecture: Tokyo university students create "drawn-in-place" architecture using a 3D-printing pen. <i>Dezeen.com</i> [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: http://www.dezeen.com/2016/02/22/tokyo-university-research-students-3d-printed-pen-complex-architectural-structures-plastic	86
Obr. 71 3D Pen Structures , Ukázka práce s 3D perem a detail takto vytvořené struktury Architecture: Tokyo university students create "drawn-in-place" architecture using a 3D-printing pen. <i>Dezeen.com</i> [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: http://www.dezeen.com/2016/02/22/tokyo-university-research-students-3d-printed-pen-complex-architectural-structures-plastic	87
Obr. 72 Růžena Zátková , Beranidlo. Podoby sochy Růženy Zátkové v průběhu rekonstrukce (původní fotografie, vizualizace, realizace v ABS plastu)	89
Obr. 73 Jan Šebánek , Spejbl a Hurvínek, původní modelované hlava využité pro 3D scan	92
Obr. 74 Jan Šebánek , Spejbl a Hurvínek, 2007, část diplomové práce vytvořená pomocí 3D skenu a 3D tisku	93
Obr. 75 Jan Šebánek , Proces navrhování reliéfu Krajina.....	94
Obr. 76 Jan Šebánek , Krajina, 2014	95
Obr. 77 Moravská orlice pro návrh pomníku Jošta Moravského	96

Obr. 78 Jan Šebánek , Soutěžní návrh Jošta Moravského, 2012, Detail moravské orlice vytvořeny v modelovacím programu a realizované pomocí 3D tisku	96
Obr. 79 Fáze rekonstrukce podle původního kresebného návrhu a dochované fotografie, 2013	97
Obr. 80 Jan Šebánek , Hlavice praporu pro Sokol Brno 1, 2013.....	98
Obr. 81 Alois Hudec, Cvičení na kruzích.....	99
Obr. 82 Jan Šebánek , První návrh pomníku, 2014	99

SEZNAM ZKRATEK A ODBORNÝCH TERMÍNŮ

3D skener – skener, který snímá trojrozměrný model laserovým paprskem z několika úhlů. Dále jejich propočtem vytvoří digitální 3D podobu reálného modelu. 3D skener dává možnost převést maketu v materiálu do digitální podoby. Dále se dá pracovat s naskenovaným modelem jako digitálním souborem na počítači.

3D tisk je proces, při kterém se prostřednictvím specifického zařízení (3D tiskárny) vytvářejí trojrozměrné objekty z vhodného materiálu. Tisk po vrstvách je řízen ovládací elektronikou na základě programové předlohy.

Autorský software – software vyvinutý s uměleckým záměrem.

CAD programy - *computer-aided design*, česky počítačem podporované projektování, nebo míněno na obecný CAD systém jako *computer-aided drafting* – počítačem podporované kreslení. Jde o velkou oblast IT, která zastřešuje širokou činnost navrhování. Jednoduše lze říct, že se jedná o používání pokročilých grafických programů pro projektování, místo rýsovacího prkna.

CAM (Computer Aided Manufacturing), česky Počítačová podpora obrábění je použití počítačového software pro programování výrobních CNC strojů. CAM software, při znalosti konkrétního soustruhu a technologie obrábění, je schopen navrhnout dráhy nástroje při soustružení, popřípadě další aspekty výroby, v ideálním případě tak, aby současně byla výroba co nejefektivnější, tedy měla co nejmenší energetický a materiální vstup a průmyslový odpad při co nejvyšší produkci.

CNC fréza (Computer Numeric Control) je počítačem řízené zařízení pracující na principu odebrání zvoleného materiálu (dřevo, kámen, polystyren, kov atd.) příslušnou obráběcí frézou, soustruhem, vrtákem, svařovací hlavou atd.

Dekonstruktivismus - architektonický směr 80. a 90. let 20. stol., reagující na historizující tendence postmoderny na straně jedné a na pokračování racionální moderny (viz též revivalismus, high-tech) na straně druhé.

Domací tiskárna – 3D tiskárna obvykle menších rozměrů jednodušší konstrukce a nižší pořizovací ceny. Určená pro domácí použití.

Ortografické zobrazení – dvourozměrné zobrazení trojrozměrného objektu, jehož ubíhající rovnoběžné hrany nejsou zkresleny perspektivně, ale zůstávají i v ortografickém zobrazení rovnoběžné pro větší celkový přehled.

Parametricismus neboli automatizace, diferenciacce, simulace, samoorganizace nebo soběpodobnost doplňující tradiční nástroje navrhování. Programy a skripty založené na vstupních parametrech. Jednoduché opakování standardních prvků je nahrazováno variací, plynulou změnou, komplexními tvary a složitými vazbami a závislostmi.

Polygon – plocha o zpravidla třech či čtyřech hranách, jejichž uspořádání (polygonová síť) definuje povrch modelu v 3D softwaru.

Rapid Prototyping – (Rychlé prototypování) – souhrnný název pro technologie, které umožňují převedení digitálního souboru 3D modelu do materiálu. (Další název RP technologie, *solid freeform fabrication*). Jedná se o technologii, která umožňuje přímou konverzi 3D virtuálních modelů do materializovaného objektu. Tyto technologie byly vyvinuty před dvěma desetiletími. Poté byly k dispozici pouze v laboratořích inženýrského výzkumu a komerčního průmyslu pro vývoj prototypů a pro mechanické testy. Nyní se používají i pro výrobu součástí v malých sériích, u nichž je přesnost velmi důležitá.

Render – pohled do 3D scény, který obsahuje všechny simulované jevy jako je světlo, barva, kvalita povrchu atp. Formát, ve kterém je render uložen, může být bitmapový (JPEG, PNG, TIFF) nebo v některém formátu pro film, jedná-li se o animaci.